MANUAL

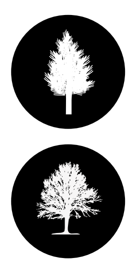
BUENAS PRÁCTICAS PARA EL MANEJO DE PLANTACIONES FORESTALES EN EL NOROESTE DE LA PATAGONIA





MANUAL

BUENAS PRÁCTICAS
PARA EL MANEJO
DE PLANTACIONES
FORESTALES
EN EL NOROESTE
DE LA PATAGONIA



AUTORIDADES

Presidente de la Nación
MAURICIO MACRI

……………………………………..

Jefe de Gabinete de Ministros
MARCOS PEÑA

……………………………………..

Ministro de Agroindustria
RICARDO BURYAILE

……………………………………..

Coordinador Ejecutivo de la Unidad para el Cambio Rural
ALEJANDRO GENNARI

Este Manual fue elaborado con el apoyo
del Proyecto Conservación de la Biodiversidad
en Paisajes Productivos Forestales - GEF TF 090118

Editores: Luis Chauchard, María Crisitna Frugoni, Carla Nowak.
Diseño: Yanina Dillon.

Diciembre de 2015

ORGANISMOS PATROCINANTES























AUTORES DEL MANUAL

NOMBRE	TÍTULO	INSTITUCIÓN
Attis Beltrán, Hernán	Ing. Forestal	CONICET, Asentamiento Universiario San Martín de los Andes, Universidad Nacional del Comahue
Barroetaveña, Carolina	Dr. Lic. Cs. Biológicas	CONICET, Centro de investigación y Extensión Forestal Andino Patagónico - Facultad de Ingeniería, Universidad Nacional de la Patagonia S.J. Bosco
Bava, José	Dr. Ing. Forestal	Centro de investigación y Extensión Forestal Andino Patagónico - Facultad de Ingeniería, Universidad Nacional de la Patagonia S.J. Bosco
Bonino, Never	Dr. Biólogo	Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria, E.E.A. Bariloche
Bulgarelli, Luciano	Ing. Agrónomo	Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria, Centro Regional Patagonia Norte, Neuquén
Caballé, Gonzalo	Dr. Ing. Forestal	Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria, E.E.A. Bariloche
Calvi, Francisco	Téc. Forestal	Corporación Forestal Neuquina S.A.
Castañeda, Sara Rita	Ing. Forestal	Profesional Privado - Municipalidad de San Martín de los Andes
Chauchard, Luis	Dr. Ing. Forestal	Delegación Regional Patagonia, Administración de Parques Nacionales - Asentamiento Universiario San Martín de los Andes, Universidad Nacional del Comahue
Chavat, Florencia	Ing. Forestal	Organismo de Certificación Forestal Argentina
Claps, Leonardo L.	Ms. Lic en Economía Agrop	Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria, E.E.A. Bariloche
Contardi, Liliana	Ms. Lic. Cs. Biológicas	Centro de investigación y Extensión Forestal Andino Patagónico - Facultad de Ingeniería, Universidad Nacional de la Patagonia S.J. Bosco
Danklmaier, Christine	Ms. Prof. Antropologa Social	Secretaría de Agricultura Familiar
Davel, Miguel M.	Ms. Ing. Forestal	Centro de investigación y Extensión Forestal Andino Patagónico - Facultad de Ingeniería, Universidad Nacional de la Patagonia S.J. Bosco
de Errasti, Andrés	Lic. Cs. Biológicas	Parque Nacional Los Alerces, Chubut - CONICET, Centro de investigación y Extensión Forestal Andino Patagónico
Defossé, Guillermo	Dr. Ing. Agrónomo	CONICET, Centro de investigación y Extensión Forestal Andino Patagónico - Facultad de Ingeniería, Universidad Nacional de la Patagonia S.J. Bosco
Del Vas, Javier	Téc. Forestal	Corporación Forestal Neuquina S.A.
Dezzotti, Alejandro	Dr. Lic. Cs. Biológicas	Asentamiento Universiario San Martín de los Andes, Universidad Nacional del Comahue.
Diez, Juan P.	Ing. Forestal	Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria, E.E.A. Bariloche
Dillon, Yanina	Diseñadora en Comunicación Visual	Servicios profesionales
Fernández, María Elena	Dr. Lic. Cs. Biológicas	CONICET, Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria, A.E.R. Tandil, EEA Balcarce
Felicetti, Augusto	Téc. Forestal	Corporación Forestal Neuquina S.A.
Frugoni, María Cristina	Ms. Téc. Forestal	Asentamiento Universiario San Martín de los Andes, Universidad Nacional del Comahue.
Focarazzo, Silvia	Téc. Forestal	Corporación Forestal Neuquina S.A.

NOMBRE	TÍTULO	INSTITUCIÓN
Fontana, Virginia	Lic. Biología	Asentamiento Universiario San Martín de los Andes, Universidad Nacional del Comahue.
Godoy, M. Marcela	Dr. Ing. Forestal	CONICET, Centro de investigación y Extensión Forestal Andino Patagónico - Facultad de Ingeniería, Universidad Nacional de la Patagonia S.J. Bosco
Gonda, Héctor	Ing. Forestal	Centro de investigación y Extensión Forestal Andino Patagónico - Facultad de Ingeniería, Universidad Nacional de la Patagonia S.J. Bosco
Greslebin, Alina G.	Dr. Lic. Cs. Biológicas	CONICET, Facultad de Ciencias Naturales, Universidad Nacional de la Patagonia S.J. Bosco
Guglielmin, Dante A.	Ing Forestal	Facultad de Ingeniería, Universidad Nacional de la Patagonia S.J. Bosco - Servicio Nacional de Manejo del Fuego
Gyenge, Javier	Dr. Biólogo	CONICET, Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria, A.E.R. Tandil, EEA Balcarce
Lantschner, María Victoria	Dr. Lic. Cs. Biológicas	CONICET, Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria, E.E.A. Bariloche
Letourneau, Federico	Dr. Ing. Forestal	Campo Forestal Gral. San Martín, Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria
Loguercio, Gabriel	Dr. Ing. Forestal	Centro de investigación y Extensión Forestal Andino Patagónico - Facultad de Ingeniería, Universidad Nacional de la Patagonia S.J. Bosco
Martinez, Andrés	Dr. Lic. Cs. Biológicas	CONICET, Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria, E.E.A. Bariloche
Mattes Fernández, Hernán	Ing. Agrónomo	Asentamiento Universiario San Martín de los Andes, Universidad Nacional del Comahue
Mele, Uriel	Téc. Forestal	Director General de Recursos Forestales. Provincia del Neuquén
Melzner, Guillermo E.	Ing. Agrónomo	Área de Extensión Forestal. Dirección de Producción Forestal, Ministerio de Agricultura, Ganadería y Pesca de la Nación
Mondino, Víctor	Dr. Ing. Forestal	Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria, E.E.A. Esquel
Mortoro, Ariel	Téc. Forestal	Asentamiento Universiario San Martín de los Andes, Universidad Nacional del Comahue.
Novak, Carla	Lic. Periodismo	Centro de investigación y Extensión Forestal Andino Patagónico
Nuñez, Cecilia	Dr. Lic. Cs. Biológicas	Delegación Regional Patagonia, Administración de Parques Nacionales - Centro Regional Bariloche, Universidad Nacional del Comahue
Nuñez, Martín	Dr. Lic. Cs. Biológicas	Laboratorio Ecotono, Universidad Nacional del Comahue - INIBIOMA, CONICET
Orellana, Ivonne	Dr. Lic. Cs. Biológicas	Facultad de Ciencias Naturales, Universidad Nacional de la Patagonia S.J. Bosco
Pantaenius, Pedro	Ing. Forestal	Centro de investigación y Extensión Forestal Andino Patagónico - Facultad de Ingeniería, Universidad Nacional de la Patagonia S.J. Bosco
Pastorino, Mario	Dr. Ing. Forestal	Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria, E.E.A. Bariloche; CONICET
Rajchenberg, Mario	Dr. Lic. Cs. Biológicas	CONICET, Centro de investigación y Extensión Forestal Andino Patagónico - Facultad de Ingeniería, Universidad Nacional de la Patagonia S.J. Bosco

NOMBRE	TÍTULO	INSTITUCIÓN
Rusch, Verónica	Ing. Agrónomo	Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria, E.E.A. Bariloche
Salvador, Gustavo	Ing. Forestal	Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria, E.E.A. Esquel
Sarasola, Mauro	Dr. Ing. Forestal	Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria, E.E.A. Bariloche
Sbrancia, Renato	Ing. Forestal	Asentamiento Universiario San Martín de los Andes, Universidad Nacional del Comahue.
Stecher, Gabriel	Dr. Téc. Forestal	Asentamiento Universiario San Martín de los Andes, Universidad Nacional del Comahue.
Troncoso, Oscar	Ing. Forestal	Facultad de Ingeniería, Universidad Nacional de la Patagonia S.J. Bosco - Instituto Biotecnológico Esquel
Urretavizcaya, M. Florencia	Dr. Ing Forestal	CONICET, Centro de investigación y Extensión Forestal Andino Patagónico
Varela, Santiago	Ms. Lic. Cs. Biológicas	Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria, E.E.A. Bariloche
Velásquez, Abel	Téc. Forestal	Asentamiento Universiario San Martín de los Andes, Universidad Nacional del Comahue.
Villacide, José M.	Lic. Cs. Biológicas	Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria, E.E.A. Bariloche
Weigandt, Mariana	Dr. Lic. Cs. Biológicas	Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria, E.E.A. Bariloche; CONICET
Zalazar, Gabriel	Ing. Forestal	Área de Extensión Forestal. Dirección de Producción Forestal, Ministerio de Agricultura, Ganadería y Pesca de la Nación

COLABORADORES

Andenmatten, Ernesto	Ms. Ing. Forestal	Campo Forestal Gral. San Martín, Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria
Antequera, Silvio	Ing. Forestal	Subscretaría de Bosques de la provincia del Chubut
Casado, Juan Pablo	Ing. Forestal	Buca Lemú
Catalán, Mariano	Téc. Forestal	Director General de Recursos Forestales. Provincia del Neuquén
Chuquer, Juan	Téc. Forestal	Compañía Argentina Tierras del Sud
Colon, Hernan	Ing. Forestal	Subscretaría de Bosques de la provincia del Chubut
Doll, Guillermo	Téc. Forestal	Vivero Bosques Patagónicos
Falbo, Gabriel	Téc. Forestal	Forestal Patagonia, Servicios técnicos
Larrieu, Mirta	Ing. Agrónomo	Dirección de Producción Forestal, Ministerio de Agricultura, Ganadería y Pesca de la Nación
Murgic, Ivo	Ing. Forestal	Servicios Forestales
Salvaré Fernando	Ing. Forestal	Servicio Forestal Andino, Bariloche, provincia de Río Negro
Rago, Pablo	Ing. Forestal	Forestal Patagonia S.H.
Rizzo, Jorge		YPF
Rocco, Rolando		Productor Forestal
Schaljo, Enrique	Ing. Agrónomo	Corporación Forestal Neuquina S.A.
Tarullo, Andrés	Téc. Forestal	Servicios Forestales
Villalobo, Débora	Técnico Universitario en administración de Cooperativas	Fundación para el DFAEP

CAPÍTULO 6. EL CONTROL DE LA INVASIÓN BIOLÓGICA

CAPÍTULO 7. LA CALIDAD DE SITIO

CAPÍTULO 8. EL ESTABLECIMIENTO DE LAS PLANTAS

CAPÍTULO 9. LOS TRATAMIENTO SILVÍCOLAS

CAPÍTULO 10. EL APROVECHAMIENTO FORESTAL

CAPÍTULO 15. LA GESTIÓN DE LAS ENFERMEDADES

CAPÍTULO 16. ASPECTOS ECONÓMICOS DEL MANEJO FORESTAL

ANEXO 1. INDICADORES PARA EL MONITOREO DE LA BIODIVERSIDAD

ANEXO 2: EL SISTEMA ARGENTINO VOLUNTARIO DE CERTIFICACIÓN FORESTAL – cerfoar

PROLOGO AL MANUAL DE BUENAS PRÁCTICAS

Enrique José Scahljo

La experiencia dicta que la planificación sin instrumentos sólo es la presentación de buenos deseos. Por ello, cuando avanzamos en la generación de herramientas, los deseos se transforman en realidades.

La presentación de un manual de buenas prácticas en bosques cultivados es, entonces, la puesta en escena de un instrumento para la toma de correctas decisiones en la planificación forestal, que permite a los actores del sector maximizar el uso de los recursos escasos para obtener los mejores resultados financieros, económicos, ambientales y de calidad de vida de quienes desarrollan sus actividades en el mismo.

La calidad de quienes aportaron sus conocimientos, experiencias y habilidades en todas las etapas de la actividad forestal, con especies exóticas o nativas queda fuera de análisis por sus reconocidos antecedentes en la investigación, el desarrollo y el trabajo diario por lo que quienes lo utilicen tendrán una información organizada y de calidad nunca vista.

A los usuarios de este manual, les pido tener muy en cuenta las técnicas aquí vertidas. No es el trabajo de personas que desde una oficina han generado propuestas sin conocimiento de la realidad. Son el producto, el resultado, de años de investigación y desarrollo de técnicas; en el trabajo de campo en forma diaria, con ajustes permanentes que han permitido mejoras en todas las etapas del proceso forestal; técnicas que han logrado disminuir los períodos entre plantación y corta final y aumentar los rendimientos de madera de calidad generando los menores impactos ambientales negativos; contribuyendo además a una mejora muy importante en las condiciones de seguridad e higiene laboral.

Debemos recordar que en los proyectos de largo plazo –como las forestaciones en secano en la Patagonia– lo que no se haga bien al principio condena al fracaso el objetivo final; lo que es no sólo una pérdida para el inversor sino para la sociedad entera… entonces, antes de tomar decisiones espero sean analizadas las consideraciones, propuestas, recomendaciones de gente comprometida con la actividad, a los que hago llegar mi sincero reconocimiento por los aportes de calidad que han realizado para el logro de este manual.

INTRODUCCIÓN



FINALIDAD

Los impactos positivos más importantes que tienen las plantaciones forestales con fines productivos incluyen la generación de fuentes de empleo genuino, la diversificación productiva de la región, la disminución de la presión antrópica sobre los bosques nativos, la posibilidad de producir valor agregado con la industrialización del producto primario, poder actuar como catalizador en la restauración ecológica de algunas zonas degradadas, entre otros aspectos. Sin embargo, en la región todavía no se dispone de un material bibliográfico que reúna todo el conocimiento existente y que exprese el estado actual del arte, dado que el mismo se encuentra en forma dispersa en distintas instituciones y en publicaciones de diferentes categorías. Ello dificulta la llegada a todo tipo de actores en forma integral y en ello no solo incluimos al sector productor o de servicios, sino también al académico y al vinculado a la investigación y la extensión. A raíz de ello es que surge la idea de realizar este manual de buenas prácticas para el manejo de las plantaciones forestales con énfasis en la conservación de la biodiversidad, para ser aplicado en la gestión de las existentes y las futuras de la región noroeste patagónica.

El sector forestal presenta interesantes perspectivas, pero requiere un manejo técnico adecuado, bajo criterios adaptativos y de precaución, que lo integre a otros sectores para promover el desarrollo sostenible de la región. Es importante destacar que el desarrollo sostenible no se refiere a un estado inmutable de la naturaleza y de los recursos naturales, sino que en sí incorpora una perspectiva de largo plazo en la cual la gestión de los recursos naturales debe estar en continua revisión y adaptación; asimismo el concepto enfatiza la necesidad de la solidaridad hacia las actuales y futuras generaciones, defendiendo la equidad inter-generacional. Ello se torna más imperioso en un contexto de Cambio Climático.

La conservación de la biodiversidad debe ser considerada en el manejo de las plantaciones. Ello se facilitará con el mayor conocimiento de los ecosistemas y los impactos que las actividades humanas generan. Es frecuente que el conocimiento exista, pero que no esté adecuadamente disponible para los tomadores de decisiones, sean estos propietarios, empresas o instituciones del Estado.

Asimismo, la implantación y gestión orientada de las plantaciones forestales contribuye a la conservación de los recursos de suelo y agua, los cuales son la base de un ecosistema sano. Este Manual surge para promover una gestión cuidadosa de las plantaciones forestales que preserve, además de la calidad del agua y del suelo, la diversidad biológica y los procesos vitales de la región en la cual se insertan. Ello ocurre, por otra parte, para contribuir con dos eventos importantes de la actualidad: uno es el surgimiento del Mecanismo Argentino de Certificación Forestal (CERFOAR), para el cual la existencia del Manual es un instrumento fundamental, y el otro es que 2015 se ha declarado como el Año Internacional de los Suelos, suscribiendo los principios expresados en la Carta Mundial del Suelo, la cual fue aprobada por unanimidad en la 39ª Sesión de FAO en junio de 2015.

El presente Manual sistematiza y propone las técnicas de manejo más apropiadas para la planificación, conducción y aprovechamiento sustentable de las plantaciones forestales. Para su desarrollo se ha recopilado el conocimiento existente y las experiencias aplicadas en la región a través de numerosos técnicos, investigadores, extensionistas, prestadores de servicios y propietarios forestales. Por lo tanto, este Manual de Contenidos reúne,

ordena y propone un conjunto de criterios y técnicas para el manejo de las Plantaciones Forestales en la zona de secano de la región noroeste patagónica, acordes con el estado actual de conocimientos, en un marco de sustentabilidad y un conjunto de principios universalmente aceptados.

El proyecto genera varios productos:

- El presente Manual de Contenidos.
- Un Manual para el Propietario, el Técnico y la Empresa.
- Cartillas para los productores.

ÁMBITO DE APLICACIÓN

El Manual aplica en la región noroeste de la Patagonia, e incluye a las provincias de Neuquén, Río Negro y Chubut, dentro de las zonas de ecotono. Está enfocado para todas las forestaciones en secano de las especies exóticas y nativas que se plantan o se quieren promover con una finalidad productiva o por cuestiones de conservación; como puede ser la protección o restauración de zonas expuestas a la erosión o bien la conservación genética in situ o ex situ.

ALCANCES Y ESTRATEGIA DE INTERVENCIÓN

Se impulsa el manejo responsable y sustentable de las plantaciones forestales que promueva la producción de bienes y servicios a niveles locales y regionales, en un paisaje multi-productivo y en un marco de conservación de la biodiversidad. Abarca el manejo de las plantaciones desde el establecimiento hasta la cosecha, constituyendo las distintas unidades temáticas que se presentan ordenadas en capítulos.

El Manual de Contenidos se ha desarrollado a partir de la siguiente perspectiva (Fig. 1):

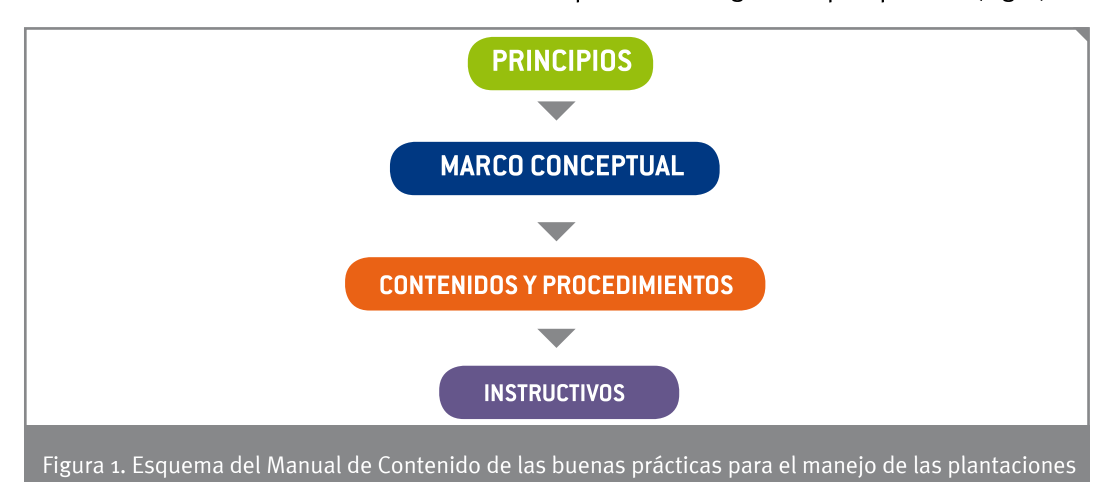


Figura 1. Esquema del Manual de Contenido de las buenas prácticas para el manejo de las plantaciones forestales y su vinculación con el Manual para el Propietario, Técnico y Empresa Forestal.

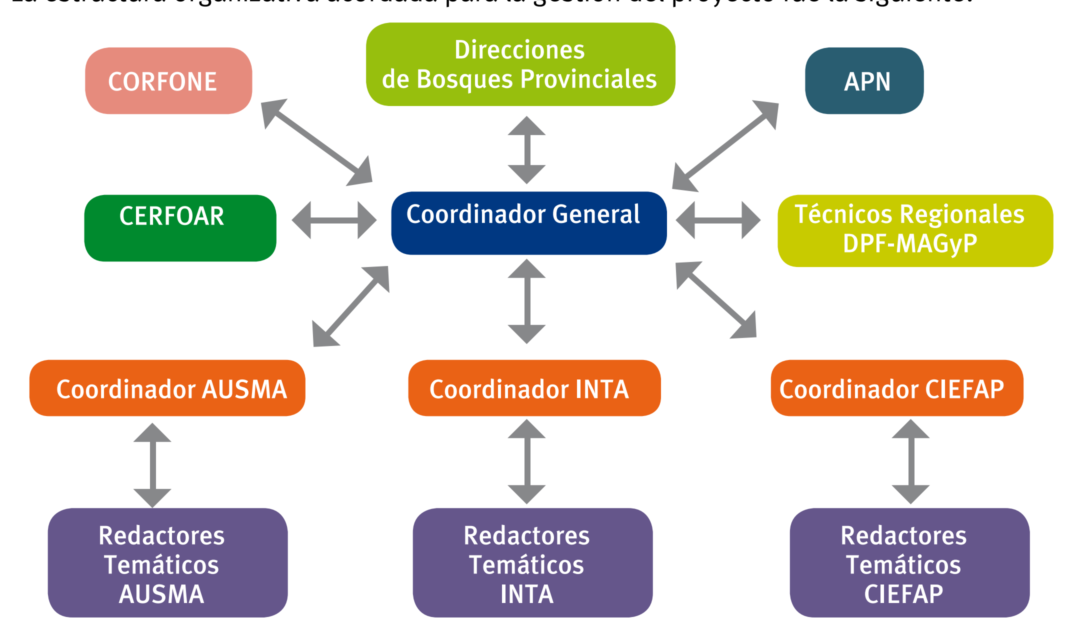
Bajo este esquema, se elaboró un Manual con los contenidos y fundamentos que den sustento a las prácticas recomendadas y apropiadas, y que además sea una referencia para quien enuncie las normas o instructivos para la gestión y monitoreo de las plantaciones. A la vez, todo ello permitirá la vinculación con los Criterios e Indicadores establecidos por el Mecanismo de Certificación Forestal Argentino (CERFOAR), de manera de poder aportar las técnicas que permitan a un propietario forestal realizar una gestión sustentable y alcanzar, si fuera de su interés, la certificación voluntaria del manejo sustentable de su plantación.

La estrategia de intervención se diseñó con dos componentes principales: el primero lo constituye la estructura organizativa para la redacción de los manuales y el segundo es un mecanismo de extensión que se desarrolla en simultáneo.

ESTRUCTURA ORGANIZATIVA PARA LA REDACCIÓN

La estructura de trabajo que se diseñó para la redacción buscó hacer un trabajo eficiente, abierto y amplio que involucrara a muchos profesionales, de distintas disciplinas, instituciones y localidades de la región, buscando captar el mayor conocimiento existente y provocar las interacciones que confluyan en volcar las mejores prácticas forestales en el Manual. Para definir los contenidos y la estructura del Manual, se ha convocado a un número amplio de referentes y estudiosos de los ecosistemas forestales y la gestión de los mismos; entre las principales están: el Centro de Investigación y Extensión Forestal Andino Patagónico (CIEFAP), el Asentamiento Universitario San Martín de los Andes (AUSMA-UNCo), el Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria (INTA), los Servicios Forestales de las provincias de Neuquén, Río Negro y Chubut, la Corporación Forestal Neuquina S. A. (CORFONE), el Servicio de Certificación Forestal Argentino (CERFOAR), la Administración de Parques Nacionales (APN), la Universidad Nacional San Juan Bosco, la Dirección de Producción Forestal del Ministerio, entre otras". Luego de establecidos dichos contenidos, los mismos fueron puestos a consideración de actores que conforman el sector forestal público y privado de la región y de la Nación.

La estructura organizativa acordada para la gestión del proyecto fue la siguiente:



El proceso de redacción se dividió en dos: uno de redacción propiamente dicha y otro de revisión. Para la redacción, se acordaron uno o dos responsables de cada unidad temática que fueron los que convocaron a otros pares para la participación; luego se designaron tres revisores formales. El proceso de revisión fue diferente al de una revisión de manuscritos usual; los revisores fueron personas reconocidas por sus trayectorias que podrían haber integrado algunos de los grupos de redacción, pero se los excluyó de dicho proceso, hasta que estuvieran redactados los borradores finales. Con estos borradores finales, entraron en acción los revisores, cuya labor fue activa, es decir, trabajaron en propuestas o sugerencias sobre la forma y el fondo de las unidades en revisión. Al realizar una lectura nueva e independiente, pudieron aportar información y experiencias propias que cubrieran vacíos detectados, enriquecer los contenidos y darle más claridad a las unidades.

MECANISMO DE EXTENSIÓN

El proceso de vinculación con los actores de la región se estableció, entonces, como un mecanismo de extensión simultáneo y cuyos objetivos fueron los siguientes:

- Permitir la participación y apropiación del Manual por parte de propietarios y técnicos que no conforman el grupo de redacción del mismo.

- Rescatar el conocimiento de estos actores, con el fin de adecuar y enriquecer el Manual.

La estrategia para lograr ello fue la siguiente: a) identificar a los actores, b) ponerse en contacto y con antelación informar sobre el proyecto, los objetivos y los productos, c) realizar encuestas y d) invitarlos a un Taller de Vinculación para abrir un espacio de debate y acuerdos y al cual asistieron con una información completa sobre el proyecto.

Se realizaron tres Talleres de Vinculación, uno en cada provincia norpatagónica (Chubut, Río Negro y Neuquén), en donde participaron productores, potenciales productores y especialistas en diversas áreas de las diferentes instituciones de la región y la Nación: la Dirección de Producción Forestal de la Nación (MAGyP), las Subsecretarías y Direcciones de Bosques provinciales, las Universidades Nacionales, el CIEFAP, el INTA, el CERFOAR, CORFONE SA, diversos técnicos y empresas que prestan servicios forestales, alumnos universitarios avanzados, etc.

DESCRIPCIÓN GENERAL DEL ÁREA DE APLICACIÓN

La superficie de la región Andino Patagónica se calcula en aproximadamente 76.000 Km2, de la cual el 54 % está cubierto por bosques. Las áreas aptas para las plantaciones forestales productivas en secano en las provincias norpatagónicas, tanto actuales como potenciales, se extienden en las zonas ecotonales de transición entre el bosque natural y la estepa hasta la isohieta de 400 mm. La superficie forestable en esta región se citaba en 2005 en 2,3 millones de hectáreas (Laclau *et al.* 2005), si bien la misma se reduce sensiblemente si se analizan restricciones sociales, territoriales, económicas y topográficas. La superficie forestada en las tres provincias es de 101.125 ha, de las cuales 96.541 ha

corresponden a coníferas. Neuquén posee el 60% de las plantaciones de coníferas de Patagonia, con una superficie cultivada 60.721 hectáreas (considerando otras especies asciende a 62.970 ha); las cuales en los últimos años han comenzado a ser raleadas con destino industrial. Río Negro tiene forestadas 6.628 ha, de las cuales 5.235 ha pertenecen a coníferas, mientras que Chubut posee 31.527 ha, de las cuales 30.585 ha se forestaron con coníferas (DPF–MAGyP 2014).Durante el año 2015 y 2016 se realizará el inventario de las plantaciones con la participación de las Direcciones de Bosque provinciales, la Dirección Nacional de Producción Forestal, el CIEFAP, el AUSMA (UNCo) e INTA.

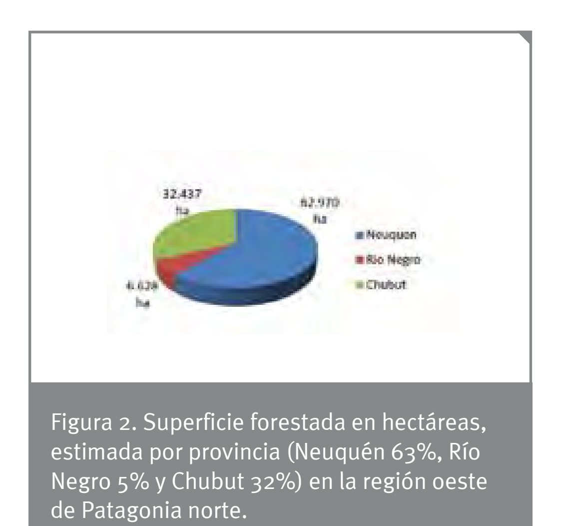


Figura 2. Superficie forestada en hectáreas, estimada por provincia (Neuquén 63%, Río Negro 5% y Chubut 32%) en la región oeste de Patagonia norte.



Figura 3. Superficie forestada por año y provincia en el período comprendido entre los años 1977 y 2012.

En las tres provincias el ritmo de forestación está muy ligado a la disponibilidad de aportes no reintegrables para el productor, ya sea provincial o nacional, y a la eficacia en su cumplimiento por parte del Estado. Neuquén ha sido la provincia que más ha forestado, siguiéndole Chubut, cuyo mejor período lo tuvo entre los años 2000 y 2007 con un ritmo anual promedio de 1.606 ha. En la actualidad las superficies plantadas en toda la región han disminuido sensiblemente (Figura 3).

Si bien se han incrementado las actividades silviculturales, todavía existe una gran proporción de las plantaciones sin intervenciones. Considerando las estadísticas 2000 – 2012 de un total de 29.308 ha plantadas en ese período, sólo el 41 % fueron podadas y el 21 % raleadas (Tabla 2). Para las plantaciones más viejas la proporción de rodales sin manejo todavía es alta y una gran cantidad de ellas ha recibido tratamientos tardíos, principalmente raleos.

Tabla 2. Superficies manejadas, (podadas y raleadas) por provincia en el período 2000 a 2012. (Fuente: DPF – MAGyP 2014)

Superficie (ha)	Neuquén	Río Negro	Chubut
Podada	6.772	547	4.280
Raleada	3.162	132	2.911

ASPECTOS SOCIALES DE LA REGIÓN

Como en todo sistema productivo que pretende ser sustentable, es clave tener en cuenta el logro del bienestar de los actores involucrados en el mismo. Pocas iniciativas han analizado con suficiente detenimiento cuestiones tales como quiénes son los principales protagonistas sociales de las forestaciones, qué clase de sistemas de tenencia de tierras coexisten, qué formas de organización del trabajo tradicional y de qué manera se complementan con las normas oficiales, entre otras. La mayoría de los análisis se enfoca en algunos aspectos particulares, como lo es el beneficio económico resultante, y el cumplimiento de las normas vigentes relacionadas con los derechos a trabajos de calidad o derechos de comunidades específicas, como lo son los pueblos originarios.

Específicamente en la región noroeste de la Patagonia, el fenómeno del desarrollo y por ende del proceso de expansión de la frontera forestal, comienza a evidenciarse a partir de la década del 70.

El espacio geográfico en el que esta actividad prospera, es coincidente con un territorio conformado por una heterogeneidad de actores sociales, caracterizados por una diversidad, tanto de modos y estrategias de reproducción, como de formas de tenencia de la tierra e identidades culturales. Se trata de un territorio en el cual coexisten diferentes usos del suelo y formas administrativas de propiedad, sean estas estatales o privadas; a lo que se suma la diversificación productiva (agrícola, ganadera, turística y forestal) complementada por lo general con ingresos de actividades no agrarias. Esta complejidad no está exenta de potenciales conflictos, originados en procesos históricos que generaron contextos de desigualdad y asimetría.

Por lo tanto, sin profundizar sobre las tipologías específicas, es necesario destacar que en ámbitos en los cuales se desarrolla la actividad forestal coexisten:

- Comunidades pertenecientes a pueblos originarios con y sin tenencia de titularidad comunitaria de la tierra.
- Campesinos criollos con y sin tenencia legal de tierras de invernada (con uso de veranadas fiscales y rutas de arreo).
- Estancias (ganaderas, agrícolas, forestales, turísticas).
- Empresas neo rurales sin actividad agropecuaria (recreativas, inmobiliarias, etc.).
- Empresas neo rurales no tradicionales del sector agropecuario forestal.
- Empresas forestales.
- Emprendimientos y formas sociopolíticas estatales (Corporación Interestadual Pulmarí, etc.).
- Pequeños productores con sistemas productivos diversificados.
- Inversores inmobiliarios.

EMPRENDIMIENTOS FORESTALES Y SUSTENTABILIDAD

Un emprendimiento forestal puede considerarse exitoso en términos sociales si contribuye no sólo a mantener sino a mejorar el bienestar de los actores involucrados, sostener la productividad del sistema al proteger los recursos agua y suelo, además de ofrecer productos forestales requeridos en la forma más diversificada posible.

Desde el enfoque de las comunidades rurales, todavía sigue siendo imprescindible asegurar la madera y la leña para consumo familiar, productos esenciales en un paisaje fuertemente ganadero y frecuentemente asociado a ambientes con distintos grados de deterioro. De manera que un emprendimiento que tienda a satisfacer las necesidades de los pobladores promoviendo la protección o recuperación de los suelos de la erosión, contribuirá a contrarrestarlos procesos de desertificación. El bienestar sostenible de las poblaciones rurales está asociado ineludiblemente al uso de los recursos del ambiente que garanticen el bienestar de los ecosistemas implicados.

Los principios para alcanzar la sustentabilidad de un proceso productivo, están ligados con el logro de un sistema que ofrezca una producción económicamente factible, sea socialmente justo y equitativo y conserve un ambiente plenamente funcional. Ello debe fundarse en la equidad en el uso de los recursos del medioambiente por las generaciones presentes, que además promuevan garantías para que las generaciones futuras puedan disponer de las mismas oportunidades de uso.

Sin embargo, otros autores sostienen que el concepto de sustentabilidad es el que ha generado mayores polémicas a través del tiempo y que por ello ha ido cambiando su contenido y enfoque en los últimos treinta años (Hernández Martínez 2008).Haciendo foco en la dimensión social, se puede afirmar que la misma suele ser sub-utilizada o subjetivamente interpretada en los estudios que vinculan el desarrollo sustentable. El principio que considera el bienestar social en los procesos productivos para el desarrollo de una región se ha enunciado como:

El bienestar socioeconómico de los trabajadores y las comunidades asociadas debe mantenerse o incrementarse (Rusch et al. 2001)

Algunas experiencias en el norte de la Patagonia de los últimos años han realizado una adecuación de indicadores sociales particulares. El fin de las mismas ha sido reforzar el factor social de los proyectos forestales productivos, ofreciendo una base para el análisis y el seguimiento de proyectos teniendo en cuenta este criterio (Anexo). No hay dudas de que el empleo de indicadores sociales coadyuvará a alcanzar estándares más altos de la calidad del trabajo forestal.

Los aspectos sociales más importantes detectados para un emprendimiento forestal se resumen en:

a) **Condiciones de trabajo:** en lo referente a salarios adecuados a la labor realizada, a la seguridad e higiene del trabajador, a la vivienda y otros beneficios. Estas condiciones deben satisfacer las exigencias legales y normativas como así también promover el bienestar en el trabajo y satisfacer las expectativas familiares.

b) **Satisfacción y bienestar de las comunidades aledañas:** se podría considerar esto como la vinculación del emprendimiento con el entorno ambiental y social. Va más allá a la de vincular al mismo a la fuerza laboral que ofrecen los vecinos; también incluye el respeto a las costumbres y tradiciones locales, al paisaje en el que está inserto y al fomento de programas de responsabilidad ambiental y social (RAS).

c) **Capacidad de resolución de conflictos:** es importante crear o promover un espacio de discusión y análisis para distintas escalas de conflictos y percances. En la región existen varios conflictos aún no resueltos, principalmente en lo referente a los derechos de ocupación de la tierra y las tradiciones en las mismas, entre otros. El Estado juega un rol esencial en la búsqueda de acuerdos.

d) **Expectativas de los propietarios:** el bienestar de los propietarios del emprendimiento forestal es un punto crucial para comprender, como también los mecanismos de toma de decisiones productivas, direccionados por las motivaciones de este actor social.

La mirada hacia las plantaciones forestales, en particular con especies exóticas de rápido crecimiento, varía en función de los actores involucrados y en ello uno de los factores importantes es la propiedad de la tierra. La forma de tenencia de la tierra en la región juega un rol central en todo proyecto de desarrollo con eje en el sector forestal. Se podrían considerar distintas formas de tenencia y para ellas, las estrategias de acuerdos para promover el uso sustentable de las plantaciones forestales.

Propietarios físicos: en la región existen propiedades de grandes, medias y pequeñas superficies.

Empresas propietarias: son de escalas medias a grandes y se distribuyen en toda la región apta para las plantaciones de secano.

Propiedades comunitarias: si bien hay procesos no consolidados de reconocimiento legal, hay numerosas comunidades originarias residiendo en la región. Algunas tienen la propiedad de la tierra y otras tienen el reconocimiento estatal de la ocupación y propiedad.

Ocupantes fiscales: común en la región para usos ganaderos de las zonas de transición bosque-estepa y la estepa.

Propietario estatal: Son tierras del dominio privado provincial o nacional. Una gran proporción de éstas poseen ocupantes con usos distintos a los forestales.

IDENTIFICACIÓN DE ACTORES DEL NOROESTE DE LA PATAGONIA

En un relevamiento realizado desde la Dirección de Producción Forestal de la Nación, se han listado aquellos actores de la región que tienen una relación directa con el sector forestal. Éstos se diferencian de lo considerado como público en general, dentro del cual hay varios sectores vinculados indirectamente con el sector forestal (Melzner 2015, comunicación personal).

Público en general: población urbana y rural sin actividad o vinculación directa forestal. Su relación con las plantaciones forestales es diversa, desde una visualización o percepción neutra a negativa, hasta aquellos que conforman variados sectores que ofrecen distintos bienes y servicios, necesarios para el desarrollo de un emprendimiento forestal.

Sector educativo relacionado al sector forestal: en el nivel medio hay docentes y alumnos de escuelas agrotécnicas de la región y bachilleratos con orientación en Recursos Naturales. Si bien es importante la cantidad de alumnos, en general tienen un enfoque más ambientalista que productivista y es muy poca la interacción con el sector. En el nivel universitario, hay dos carreras específicas y luego otras que tienen vinculación con algunos aspectos de los bosques.

Productores forestales pequeños: productores con escasa superficie forestal (nativa o implantada) que han plantado en general como respuesta a distintas propuestas del estamento público: desgravaciones impositivas, aportes no reintegrables, entre otros. En algunos casos los productores forestaron y considerando esta acción como precedente para el logro de la titularización de sus tierras. Son pocos los casos de un manejo adecuado y en general se visualiza a la forestación como una caja de ahorro que se va consumiendo a medida que se necesitan reforzar los ingresos de las otras actividades productivas de autoconsumo que realizan.

Pueblos originarios: comunidades del pueblo mapuche que viven en zonas que van desde el oeste con bosque nativo hasta el este con estepa. Algunas de estas zonas tienen un variado grado de deterioro y algunas comunidades poseen plantaciones forestales de pino. En general se pueden considerar productores medianos-pequeños a pequeños; sin embargo, son actores que se encuentran agrupados de acuerdo a estructuras propias y con propiedad u ocupación comunitaria de las tierras, por lo que deben considerarse en particular. En algunos casos estas comunidades son vecinas de propiedades privadas, las cuales pueden tener algún área con valor cultural o espiritual relevante.

Productores forestales medianos: productores dedicados a la actividad forestal, establecimientos que poseen plantaciones comerciales y ganadería, con potencial para seguir forestando. Aún es un estrato reducido aquél que ha adoptado a la forestación y se pueden dividir en: mediano-grandes, que adoptan rápidamente las tecnologías propuestas y los medianochicos, que necesitan que las intervenciones intermedias (podas y raleos) se autofinancien para poder ejecutarlas. Esto últimos requieren mucho más acompañamiento del Estado.

PyMES industrializadoras: aserraderos fijos y móviles que trabajan en la región con madera proveniente de bosque nativo y plantaciones comerciales. Son de tipo familiar; en general poseen equipamiento mínimo, sierra sin fin sin carro, despuntadora, cepilladora. Son pocas las que poseen toda una línea completa con sierras múltiples, machimbradoras y líneas de remanufactura. En los industriales privados no hay tecnología instalada con capacidad para procesar rollizos de diámetros menores provenientes de los raleos tempranos de las plantaciones.

Profesionales independientes: en general son ingenieros agrónomos, forestales, biólogos y técnicos universitarios forestales que trabajan en forma independiente, ya sea

como pequeñas empresas prestadoras de servicios o como consultorías puntuales. En este estrato se encuentran los viveristas locales. Con el inicio de la presentación de proyectos en el marco de la Ley Nacional 26.331, se abre un escenario de demanda de estos profesionales, en particular los del sector forestal.

Organizaciones no gubernamentales: son de carácter social, ambiental y de educación, que trabajan tanto en comunidades locales urbanas, rurales como con pueblos originarios. En general tienen una postura crítica a la producción forestal de cultivo, en particular de pino, por considerarlas monocultivos riesgosos principalmente en temas relacionados a incendios. Se han acercado posiciones con las líneas de trabajo de reforestación con especies nativas bajo dosel de plantaciones con exóticas y el enriquecimiento de bosques nativos degradados con especies nativas.

Profesionales del sector público: son tanto profesionales (ingenieros forestales, agrónomos, biólogos y técnicos forestales) como agentes sin formación superior (guardabosques, personal administrativo). Personal técnico de las delegaciones zonales y regionales de Bosques y Medio Ambiente de Chubut, Río Negro y Neuquén; tienen injerencia directa en el manejo de los bosques y están en contacto con productores, principalmente desde una posición fiscalizadora y no como asesores técnicos.

Otros profesionales vinculados a la actividad forestal: extensionistas de la Secretaría de Agricultura Familiar (SAF). Muy pocos están ligados a la actividad forestal, pero trabajan en sistemas productivos insertos en áreas boscosas.

Tomadores de decisión a nivel municipal: algunos municipios poseen profesionales de diversas índoles, pero en general están más vinculados al medio ambiente y dentro de ese marco tienen alguna injerencia vinculada a la actividad forestal.

Tomadores de decisión a nivel provincial: a nivel ministerial, suelen no ser profesionales del sector, contemplan a la actividad forestal como importante a nivel de cuenca, en general relegado dentro de las actividades productivas de sus provincias, detrás del petróleo y el gas, la fruticultura en algunos casos, en otros la ganadería, la pesca y/o el turismo. Las Subsecretarías o Direcciones de Bosques, como denominación genérica, son la autoridad de aplicación directa.

Legisladores provinciales y municipales (y/o sus asesores): en general están poco vinculadas a la actividad forestal de cultivo; hay más conocimiento de que a través de sus actividades pueden influir directa o indirectamente sobre el uso de los recursos boscosos de nativas.

Agencias de Extensión Rural: las Universidades, el Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria (INTA), el Centro de Investigación y Extensión Forestal Andino Patagónico (CIEFAP), los Delegados de la Dirección de Producción Forestal del MAGyP, en la zona andina de Neuquén, Río Negro y Chubut y otras dependencias Estatales de la Nación y las provincias. El INTA posee bajo su administración dos campos forestales: el Campo General San Martín y la Estación Trevelin, los cuales tienen importantes forestaciones que se encuentran bajo manejo y varios proyectos de investigación.

Centros de Investigación: La Universidad Nacional del Comahue (AUSMA y CRUB), la Universidad Nacional de la Patagonia San Juan Bosco (Fac. Cs. Forestales), el CONICET (INIBIOMA), el CIEFAP yel INTA a través de sus delegaciones y Campos Forestales. Poseen profesionales de muy variadas ramas de la ciencia, lo que ofrece a la región una amplia multi-disciplina.

MARCO LEGAL NACIONAL Y PROVINCIAL

La actividad forestal en la cordillera, se remonta a los orígenes de la colonización en la Patagonia. La explotación del bosque nativo ha sido una constante a lo largo de la historia y tuvo su mayor expresión entre los años 1930 y 1960. Con respecto a los bosques cultivados, desde los organismos nacionales y provinciales la promoción forestal ha sido una preocupación permanente y para ello, desde el año 1948, se han ido implementando regímenes de promoción específicos. El marco legislativo específico de las plantaciones, se encuentra constituido por leyes y normas que rigen la actividad forestal. Éstas han sido perfeccionadas desde la Nación a partir de finales de los años 70 y en los últimos años han cobrado más impulso en algunas provincias patagónicas.

La histórica Ley Nacional 13.273/48, a través de la cual también se crea la Administración Nacional de Bosques como organismo específico de aplicación, estableció una línea de fomento basada en dos ejes principales, a- Desgravación impositiva (Art. 57 y 60), b- Créditos de carácter especial otorgados por el Banco de la Nación Argentina y el Banco de Crédito Industrial para trabajos de forestación y reforestación, industrialización y comercialización de productos forestales (Art. 59). Esta ley tuvo diversas etapas de implementación hasta la década de 1970, sin embargo ni los créditos ni las desgravaciones resultaron lo suficientemente atractivas para las empresas y los productores.

Dados los magros resultados obtenidos en materia de forestación, se sancionó una nueva norma mediante el Decreto Ley 21.695 del año 1978. A través de este Decreto Ley, se instauró el sistema de crédito fiscal sin devolución (subsidio), otorgado en etapas sucesivas[1] para inversiones en obras de forestación y reforestación, de acuerdo con planes técnicos aprobados por el Instituto Forestal Nacional (IFONA).

Durante la década de 1980 se realizaron cambios y adaptaciones a esta operatoria mediante decretos y resoluciones; sin embargo las demoras y suspensiones en los pagos de los aportes económicos no reintegrables (ANR) llevaron al descrédito de la actividad entre los productores. Este Decreto – Ley pierde vigencia en 1991.

En 1992 comenzó a implementarse otro Régimen de Promoción de Plantaciones Forestales, administrado por la Dirección de Producción Forestal de la entonces Secretaría de Agricultura Ganadería Pesca y Alimentos (SAGPyA), que significó la reactivación de los incentivos fiscales a las plantaciones forestales que estaban suspendidas. En 1995 se amplió y potenció el alcance de este Régimen, a partir de la promulgación del Decreto

1. 20% del monto total solicitado al momento de la aprobación del plan de forestación , 35 a 40% al inicio certificado de la obra, 30% al 2°año para reposición de plantas, 10 a15% al 3°año par trabajos silviculturales.

711/95 (Régimen de Promoción de Plantaciones Forestales – ForestAr 2000). Además amplió el aporte al productor para la plantación y las tareas de poda y raleo no comerciales, garantizando fondos hasta el año 2000 inclusive.

Como forma de atraer inversiones nacionales y extranjeras para el sector foresto-industrial, en 1999 fueron sancionadas a nivel nacional otras dos importantes leyes: La Ley Nacional No 24.857 (Ley de Estabilidad Fiscal de la Actividad Forestal) y la Ley Nacional No 25.080 (Ley de Inversiones para Bosques Cultivados) que otorga apoyo económico no reintegrable a los bosques cultivados, el enriquecimiento de bosques nativos degradados y los tratamientos silviculturales asociados. En 2008 esta Ley fue prorrogada por 10 años y fue reformulado su Art. 4º por la Ley Nº 26.432. A partir de este nuevo artículo, se estableció como requisito que a partir de 2010 en adelante los proyectos presentados en este marco deberán respetar el Ordenamiento Territorial del Bosque Nativo establecido por la Ley Nº 26.331, Ley de Presupuestos Mínimos de Protección Ambiental para Bosques Nativos.

De acuerdo a lo establecido por la Ley 25.080, la ayuda económica dispuesta por el Estado Nacional se estipula de la siguiente manera:

Artículo17º: Las personas físicas o jurídicas titulares de proyectos comprendidos en el presente régimen con una extensión inferior a las quinientas hectáreas y aprobados por la Autoridad de Aplicación, podrán recibir un apoyo económico no reintegrable el cual consistirá en un monto por hectárea, variable por zona, especie y actividad forestal, según lo determine la Autoridad de Aplicación y conforme a la siguiente escala:

a) De 1 hasta 300 hectáreas hasta el ochenta por ciento (80%) de los costos de implantación.

b) De 301 hasta 500 hectáreas hasta el veinte por ciento (20%) de los costos de implantación.

En la Región Patagónica el régimen de subsidios previstos se extenderá:

c) Hasta 500 hectáreas hasta el ochenta por ciento (80%) de los costos de implantación.

d) Hasta 700 hectáreas hasta el veinte por ciento (20%) de los costos de implantación.

MARCO LEGAL DE LA PROVINCIA DEL NEUQUÉN

En materia forestal las políticas provinciales son ejecutadas desde el Ministerio de Desarrollo Territorial, a través de la Subsecretaría de Producción, de la cual depende la Dirección General de Recursos Forestales, y la Corporación Forestal Neuquina S.A. (CORFONE). La empresa CORFONE es una sociedad mixta con participación mayoritaria del Estado provincial, creada en 1974 con el objetivo de convertirse en una alternativa de diversificación de las actividades productivas del interior de la provincia. Actualmente, su capacidad operativa la ubica como principal empresa forestal de la Patagonia.

Desde 2008 la actividad forestal forma parte del Plan Productivo Provincial, a través de la sanción de la Ley Nº 2.669. Neuquén es una de las pocas jurisdicciones del país en contar con

un instrumento de estas características (Van Houtte 2014). El espíritu de esta normativa es alcanzar niveles superiores de desarrollo económico en diferentes eslabones de las cadenas de valor fijadas como prioritarias para la reconversión de su matriz productiva, con el fin de pasar de una economía basada principalmente en la actividad hidrocarburífera a una economía más diversificada e integrada verticalmente, con predominio de la actividad agroindustrial.

En lo referente a la forestación, el Plan Productivo Provincial establece los lineamientos generales para un *Plan de Desarrollo Competitivo de la Foresto Industria Neuquina*, cuyos objetivos generales son la producción de madera de calidad, el desarrollo de empresas de servicios e industrias de transformación generadoras de un abanico variado de productos, y una oferta de importantes superficies de suelos de aptitud con la creación de forestaciones de especies diversas que le den sostenibilidad al desarrollo del sector.

En el ámbito provincial los principales instrumentos de promoción son el *Régimen de Incentivos para la Implementación y Manejo de Plantaciones Forestale*s (Leyes N°2.482/2.606), y un mecanismo de pre-financiamiento denominado *Programa Certeza Forestal* (Decreto N° 1.139/10).

La Ley Provincial N° 2.482 se promulgó en 2004 y tiene como objetivo mantener e incrementar la actividad forestal en áreas de cordillera en secano y de valles bajo riego. Los beneficiarios son productores de variada magnitud: municipios, comisiones de fomento, organizaciones rurales y comunidades mapuches. La normativa contempla distintos programas y los beneficios se canalizan a través de Aportes No Reintegrables. Año tras año, se van actualizando valores e incorporando nuevos incentivos a los efectos de lograr un desarrollo armónico, sostenible y con buenas prácticas del sector en el marco de un programa regional. Los programas de promoción que están en vigencia son:

- Subsidio para la implementación de forestaciones comunitarias: tiene como destinatarios a municipios, comisiones de fomento, asociaciones de fomento rural y comunidades mapuches.

- Subsidio para la implementación de forestaciones de pequeños productores: destinado a quien posea hasta mil cabezas de ganado menor o su equivalente en ganado mayor como fuente principal de ingreso.

- Subsidio para el manejo de plantaciones: alcanza a productores forestales con plantaciones en edad de ser intervenidas con tareas silviculturales que garanticen un producto de calidad en la cosecha al turno.

- Subsidio para implementación de forestaciones de medianos y grandes forestadores: tiene como destinatarios a personas físicas o jurídicas que lleven a cabo forestaciones comerciales o de protección. Este último se complementa a través del Programa denominado Certeza Forestal, que brinda al forestador mediano y grande el anticipo de los costos de implantación a subsidiar. A través de este programa se anticipan al productor los fondos provenientes de estos incentivos, debiendo el beneficiario ceder al estado provincial las acreencias devenidas de estos, constituyendo de esta forma un sistema de pre-financiamiento.

Paralelamente a la ejecución de estos programas, se trabaja en la implementación del derecho real de superficie (Ley Nacional N° 25.509), con el propósito de establecer re-

laciones entre propietarios de tierras con aptitud forestal y empresas o individuos con intenciones de comenzar un emprendimiento compartido de estas características. Mediante este mecanismo, en los años 2014 y 2015, la empresa CORFONE S.A. ha concretado la forestación de 1.000 hectáreas en tierras privadas.

MARCO LEGAL DE LA PROVINCIA DE RÍO NEGRO

La Ley Forestal de la Provincia de Río Negro Nº 757, sancionada en 1972 y reglamentada en 1975, constituye la ley marco para la *defensa, mejoramiento, ampliación y aprovechamiento de la riqueza forestal*, y establece como necesaria la intervención de la autoridad forestal en la promoción, administración y regulación de la actividad forestal provincial. Mediante esta ley, al igual que en otras provincias en la misma época, se establece un sistema de desgravaciones impositivas tendientes a incentivar el desarrollo forestal. Además se crea el Servicio Forestal Andino con funciones de administración de bosques y tierras forestales de jurisdicción de la Provincia en la zona andino-patagónica, como así también el Cuerpo de Inspectores Forestales, dependiente del Servicio de Bosques de la Provincia de Río Negro, los que realizan controles en toda la jurisdicción de la provincia.

En 2007 mediante la Ley Nº 4.225 se crea el *Fondo Fiduciario de Desarrollo Forestal,* con el objeto de:

a) Promocionar las inversiones forestales.

b) Promover la reconversión productiva de las tierras fiscales y privadas.

c) Proteger los bosques naturales.

d) Evitar la destrucción de suelos en cuencas hidrográficas.

e) Contener la desertificación y la protección de los bosques contra plagas e incendios forestales.

MARCO LEGAL DE LA PROVINCIA DE CHUBUT

Paralelamente a las normativas nacionales, a partir de 1981 la provincia de Chubut comenzó a exigir la forestación compensatoria con especies de rápido crecimiento a quienes explotasen el bosque nativo, pero fue recién a partir de 1988, con la promulgación de la Ley de Fomento Provincial 3.004, que comenzó a gestar activamente la política forestal local. La Ley 3.004 establecía un régimen de subsidio forestal para inversiones en obras de forestación para "las personas de existencia visible o ideal que realizasen efectivas inversiones en plantaciones forestales, en predios propios o ajenos, de acuerdo a planes económicos de forestación y/o reforestación autorizados por la Autoridad de Aplicación" (Ley 3.004/88 Art. 2).

En 1993 se sancionó la Ley 3.944 de Promoción de la Actividad Forestal en la Provincia de Chubut que comprendía los programas de "Promoción de Plantaciones", "Promoción de Viveros Forestales" y "Promoción de la Industria Forestal", y que se encuentra vigente

hoy en día. Esa ley establece el otorgamiento de ANR y pre-financiación para las forestaciones. A través del Decreto Nº 284/95 se fijaron montos para el programa de subsidios, los cuales fueron modificados en 2001 a través del Decreto 561/2001. Este decreto establece más allá de los actuales montos de subsidio, que las operatorias provinciales pueden complementarse con otras nacionales o internacionales. "Sin embargo, los vaivenes económicos y la irregularidad en el funcionamiento de los subsidios ha sido una experiencia negativa para muchos productores, lo que se expresó en una baja tasa de forestación en los años 2002-2003"(Loguercio y Deccechis 2006).

REFERENCIAS

Chauchard L., J. Bava, S. Castañeda, P. Laclau, G. Loguercio, P. Pantaenius, V. Rusch, 2012. Manual para las buenas prácticas forestales en bosques nativos de norpatagonia. Buenos Aires: Unidad para el Cambio Rural, Ministerio de Agricultura, Ganadería y Pesca. 122 p.

Dirección de Bosques, Secretaría de Ambiente y Desarrollo Sustentable (SAyDS), Bosque Modelo, Dirección de Bosques, (SAyDS), CIEFAP. 2010. Plan Forestal Regional Patagónico. 44 p.

Dirección de Producción Forestal (DPF), 2014. Argentina: Plantaciones forestales y gestión sostenible. Ministerio de Agricultura, Ganadería y Pesca (MAGyP), Buenos Aires, Argentina. 24 p.

Hernández Martínez N. 2008. Línea base de criterios e indicadores de sustentabilidad en una plantación forestal comercial en los límites de Oaxaca y Veracruz. (Tesis de Maestría). Colegio de Posgraduados Instituto de Enseñanza e Investigación en Ciencias Agrícolas, Montecillos, Texococo. México.
http://www.biblio.colpos.mx:8080/xmlui/bitstream/10521/1298/1/Hernandez_Martinez_N_MC_Desarrollo_Rural_2008.pdf

Laclau P. y E. Andenmatten. 2005. La calidad de sitio y el negocio forestal. IDIA XXI Forestales: 230-232.

van Bueren, E; Blom, EM. 1997. Hierarchical Framework for the formulation of sustainable forest management standards. Principles criteria indicators. Wageningen, NL, The Tropenbos Foundation. 82 p.

Loguercio, G.A., Deccechis, F. 2006. Forestaciones en la patagonia andina: potencial y desarrollo alcanzado. Parte I. Patagonia Forestal marzo: 4-6.

Loguercio, G.A., Deccechis, F. 2006. Forestaciones en la patagonia andina: potencial y desarrollo alcanzado. Parte II. Patagonia Forestal junio: 23-26.

MDT. 2009. Inventario del bosque implantado de la provincia del Neuquén. Consejo Federal inversiones, Buenos Aires, Argentina. 63 p.

Rusch V.; M. Sarasola; P. Laclau; C. Peralta; S. Caracotche. (2001). Sustentabilidad económica y social de las forestaciones en la región Andino Patagónica. Comunicaciones Técnicas Áreas Economía y Sociología Forestal Nº 1. INTA EEA Bariloche.

Van Bueren E. y M. Blom. 1997. Hierarchical Framework for the Formulation of Sustainable Forest Management Standards Tropenbos Foundation AH Leiden The Netherlands. 82p En "Un Marco Lógico parla Formulación de estandares de manejo Forestal sostenible Lucio Pedroni y Ronie Camino Turrialba Costa Rica CATIE Unidad de Manejo de Bosques Naturales 2001 38p

Van Houtte. 2014. NEUQUÉN LOGROS Y DESAFÍOS EN LA ACTIVIDAD FORESTAL Planificación, instrumentos de promoción e intervención en toda la cadena de valor caracterizan las políticas públicas en materia forestal en esta provincia de la Patagonia Argentina. Revista producción forestal, Ministro de Agricultura, Ganadería y Pesca año 2, Nº 8. P 24-27.

ANEXO 1: Cuadro resumen de las normas forestales nacionales y provinciales. (Neuquén, Río Negro y Chubut).

Norma	Título	Resumen
Ley Nacional 25.080/99	Ley de Inversión para Bosques Cultivados.	Establece un régimen de incentivos a fin de favorecer el desarrollo del sector forestal. Se encuentran incluidas dentro de este régimen la implantación de bosques, su mantenimiento, el manejo, la protección, la cosecha, la investigación y desarrollo, así como la industrialización de la madera cuando todas ellas formen parte de un proyecto forestal integrado. Los beneficios establecidos son el apoyo económico no reintegrable (subsidios) y una serie de beneficios fiscales como son la exención en el Impuesto a la Ganancia Mínima Presunta, devolución anticipada del IVA, estabilidad fiscal, etc.
Ley Nacional N°26.432/08	Prórroga y reforma de la Ley N°25.080	Prorroga por diez años la vigencia de la Ley N°25.080 e introduce una reforma por la cual debe entenderse como bosque implantado aquel obtenido mediante la siembra o plantación de especies en tierras aptas para ello según lo normado por la Ley N°26.331 de ordenamiento territorial de Bosques Nativos.
Ley Provincial 1.890/91 (Neuquén)	Declárese el interés provincial-aprovechamiento riqueza forestal.	Declárase de interés provincial el uso óptimo, la defensa, mejoramiento, enriquecimiento, ampliación y aprovechamiento de la riqueza forestal, así como el fomento de los bosques de implantación y de la industria forestal. El ejercicio de los derechos sobre los bosques y tierras forestales de propiedad pública o privada, sus frutos y sus productos, queda sometida a las disposiciones de la presente ley.
Leyes Provinciales 2482 y 2606 (Neuquén)		Créase el régimen de incentivos forestales en el ámbito de la provincia del Neuquén, dirigido a mantener e incrementar la actividad forestal y paliar el déficit ocupacional, que se instrumentará en forma directa a través de los siguientes programas: a) subsidio para implantación de forestaciones comunitarias b) subsidio para implantación de forestaciones de pequeños productores c) subsidio para implantación de forestaciones de medianos y grandes forestadores d) subsidio para el manejo de plantaciones forestales implantadas (poda y raleo).

Norma	Título	Resumen
Ley IX - Nº 33 y su Decreto Reglamentario Nº 284/95 (Neuquén)		Créase el régimen de "Promoción de la Actividad Forestal en la Provincia", que comprende los programas de "Promoción de Plantaciones" y "Promoción a la Industria Forestal".
Decreto Nacional Nº133/99	Reglamentación de la Ley Nº25.080.	Establece una serie de aclaraciones a lo normado por la Ley Nº25.080.
Ley Nacional Nº26.331/07	Presupuestos mínimos de protección ambiental de los bosques nativos.	Establece los presupuestos mínimos de protección ambiental para el enriquecimiento, la restauración, conservación, aprovechamiento y manejo sostenible de los bosques nativos.
Ley Provincial 2.780 (Neuquén)		La presente Ley tiene por objeto establecer los principios rectores para el ordenamiento territorial de los bosques nativos de la Provincia, según lo previsto en el artículo 6º dela Ley nacional 26.331
Ley XVII-Nº 61 (Chubut)		Adhiérase la Provincia del Chubut al Régimen de Promoción que se establece en la Ley Nacional Nº 25.080 de Inversiones de Bosques Cultivados
Ley Nº 4.552 (Río Negro)		La presente ley establece las normas complementarias, para la conservación y aprovechamiento sustentable de los bosques nativos existentes en el territorio de la Provincia de Río Negro, en cumplimiento de los umbrales básicos de protección fijados por la Ley Nacional de Presupuestos Mínimos nº 26331
Ley Provincial Nº 3.314 y Nº 4.476 (Río Negro)		Establece la adhesión provincial a la Ley Nacional Nº 25.080 ya la Ley Nacional Nº26.432 que extiende los alcances de la ley Nº 25.080 por diez años más.
Ley Nº 4.225 (Río Negro)		Crea el Fondo Fiduciario de Desarrollo Forestal con el propósito de generar asistencias financieras y técnicas; en el marco de las actividades del "Plan Forestal Rionegrino"
Decreto Nº 745 (Río Negro)		

ANEXO 2: indicadores sociales para proyectos forestales en Patagonia

Principios, Criterios e Indicadores para el Manejo Forestal Sustentable (MFS)

Para asegurar la correcta identificación de las variables críticas del desarrollo en términos de los aspectos sociales de la sustentabilidad, es que la OIMT, el Proceso de Montreal, el CIFOR, los mecanismos de FSC e ISO, entre otros han elaborado una serie de indicadores relacionados con el manejo forestal sustentable, entre los cuales están aquellos que pretenden vincular las variables más sensibles para la evaluación de los factores socioculturales (Informe Tecsult, International 2007).

Los **"criterios"** son componentes esenciales del manejo forestal sustentable y se basan en el concepto que los bosques son ecosistemas. Estos componentes incluyen: funciones fundamentales y atributos de los ecosistemas forestales como la diversidad biológica y la salubridad del bosque; los múltiples beneficios socioeconómicos de los bosques como la madera, el uso recreativo y los valores culturales y el marco político (leyes, reglamentos y medidas económicas) necesario en la mayoría de los procesos para facilitar el manejo forestal sustentable.

En tanto los **"indicadores"** son formas de medir o describir un criterio. Los indicadores asociados con un criterio dado, sirven para definir qué es y significa dicho criterio. Es importante señalar que ningún criterio o indicador constituye por sí solo una medida de la sostenibilidad. Un criterio o indicador individual tiene que ser considerado en conjunto con los otros criterios e indicadores" (van Bueren y Blom 1997).

Cuadro de criterios e indicadores (C&I) del aspecto social en proyectos forestales

Criterio 3.1 Las condiciones de trabajo (salario, seguridad, vivienda y otros beneficios) son acordes con las leyes y las expectativas de los trabajadores y sus familias.	Indicador 3.1.1.- El salario de los trabajadores cumple con la legislación vigente. Supera o iguala, la canasta familiar y cuentan con aportes previsionales.
	Indicador 3.1.2.- Los trabajadores cuentan con vivienda.
	Indicador 3.1.3.- Se cumplen con las prestaciones médicas reglamentadas para el trabajador agrario.
	Indicador 3.1.4.- Se brinda información sobre el tipo de contrato que tienen los trabajadores (permanente y contratado).
	Indicador 3.1.5.- La contratación de los trabajadores no discrimina por razones de género, cultura y religión
	Indicador 3.1.6.- Las familias de los trabajadores cubren sus necesidades vitales, sociales y culturales Indicador3.1.7- Se cumplen las normas de seguridad laboral, en el uso de equipos, maquinaria y herramientas
	Indicador 3.1.8- Se cubren otras necesidades, como el transporte para los trabajadores y sus familias

	Indicador 3.1.9.- Los trabajadores expresan conformidad con las condiciones laborales
	Indicador 3.1.10.- Hay permanencia en las fuentes de trabajo.
	Indicador 3.1.11.- Se favorece la capacitación de los directivos y personal operativo de la empresa.
	Indicador 3.2.1.- Los empleados de la explotación pertenecen a las comunidades
Criterio 3.2 Satisfacción y bienestar de las comunidades aledañas.	Indicador 3.2.2.- La empresa participa en programas de desarrollo en la comunidad.
	Indicador 3.2.3.- Existe vinculación con instituciones y comunidades vecinas para responder a situaciones de contingencia y emergencia locales.
	Indicador 3.2.4. Se identifican y respetan los sitios de alto valor cultural presentes en el predio.
	Indicador 3.2.5 Las plantaciones tienen un diseño que acompaña la geografía del lugar
	Indicador 3.2.6.- Número de empleos generados por la explotación, permanentes y contratados.
	Indicador 3.4.1.- En el diálogo con los actores, emergen conflictos potenciales
Criterio 3.3 Conflictividad territorial. Existencia y resolución de conflictos.	Indicador 3.4.2.- Existencia de espacios de negociación entre los actores en el territorio.
	Indicador 3.4.1.- Los ingresos del predio cubren los costos y son acordes con las expectativas de los propietarios.
Criterio 3.4 Expectativas del propietario	Indicador 3.4.2.- Se cumplen otras expectativas de los propietarios que fortalecen el arraigo, la identidad y otras necesidades culturales.
	Indicador 3.4.3.- Incremento del valor inmobiliario de la propiedad.
	Indicador 3.4.4.- Mejora de las condiciones ambientales de la propiedad.



PLANIFICACIÓN



LA PLANIFICACIÓN DEL MANEJO FORESTAL

AUTORES: José Bava, Luis Chauchard, Gabriel Loguercio, Uriel Mele y Verónica Rusch

Revisores: Sara Castañeda y Alejandro Dezzotti

2



Cómo se cita este capítulo:

Bava J., L. Chauchard, G. Loguercio, U. Mele, V. E. Rusch. 2015. La planificación del manejo forestal. Manual de Buenas Prácticas para el manejo de plantaciones forestales en el noroeste de la Patagonia. Editores: L. Chauchard, M.C. Frugoni, C. Nowak. Editorial Buenos Aires. Cap. 2. p: 47-68



INTRODUCCIÓN

OBJETIVOS DE LA PLANTACIÓN

El primer paso de un proyecto o programa de forestación es definir sus objetivos. Éstos pueden ser: generar ingresos a través de la producción de madera de uso industrial, la recuperación de suelos degradados o la protección y conservación de los recursos vegetales, del suelo, el agua y la fauna, entre otros. Pero en todos los casos en que la producción de un bien o servicio ambiental individual es el fin principal, debe considerársela desde un punto de vista integral.

Los objetivos deben priorizarse entre la amplia gama de servicios ecosistémicos que las plantaciones forestales pueden producir, sean estos bienes o servicios ambientales y culturales. Entre los bienes se encuentran los productos forestales madereros (PFM: madera, partículas, pasta y combustible o energéticos, etc.) y los no madereros (PFNM: forraje, alimentos como hongos y semillas, medicinas, productos ornamentales, etc.). Entre los servicios ambientales, las plantaciones pueden proveer regulación (por ejemplo, la descontaminación o filtrado de sustancias tóxicas, el control de erosión, flujos de agua y sedimentos, la fijación de carbono atmosférico y la regulación local del clima) y mantenimiento (por ejemplo, la protección de la biodiversidad). Entre los servicios culturales se subrayan las interacciones tanto físicas e intelectuales como las de orden simbólicas y espirituales con los ecosistemas y paisajes (Haines-Young 2013).

En relación a los objetivos usuales de las plantaciones en la Patagonia, el énfasis ha estado en la producción de madera y en la generación de una actividad económica en el corto y largo plazo a través de emprendimientos estatales. Existen además ejemplos de plantaciones realizadas para proveer a la protección de cuencas y otros servicios ambientales. Los objetivos de producción de bienes se centran usualmente en los productos de mayor valor que pueden obtenerse al final del turno de corta, que dependerán de la aptitud productiva del sitio (ver capítulo 7).

Desde un punto de vista estrictamente productivo, la definición de estos objetivos determinará las prácticas de manejo que deban aplicarse desde la implantación y durante todo el ciclo de producción, por lo que éstos deberán estar definidos con la mayor precisión posible. Por ejemplo, si se considera sólo la producción de PFM a nivel de rodal, los objetivos pueden expresarse en metas precisas. En los tres ejemplos siguientes, se presentan diferentes metas:

a) Llegar a la cosecha con una masa principal de 150 árboles/ha de pino ponderosa(*Pinus ponderosa*), podados hasta 5 m de altura y con un área basal (AB) de 35 m^2/ha: producción de 160 trozas, de 5 m de largo y un diámetro en punta fina de por lo menos 45 cm, podadas y con un cilindro nudoso no mayor de 20 cm de diámetro.

b) Llegar a la cosecha con una masa principal de 250 árboles/ha de pino ponderosa, podados hasta 2,5 m de altura y con un AB de 45 m^2/ha: producción de 250 trozas de 2,5 m de largo, y un diámetro en punta fina de por lo menos 45 cm, podadas y con un cilindro nudoso no mayor de 20 cm de diámetro.

c) Sistema silvopastoril con una masa principal de 100 árboles/ha de pino ponderosa: producción de 100 trozas de 5 m de largo, con un diámetro en punta fina de 10 cm y un largo de 5,5 m, ubicadas en un pastizal con una producción no inferior a 2000 kg de materia seca/ha/año.

En el marco de un aprovechamiento lo más integral posible, y para mejorar el retorno de la inversión, también es posible agregar una producción adicional, como la de astillas provenientes de la porción superior del fuste o de las ramas principales para la generación de energía o de algún aceite esencial.

Debido a condiciones de mercado o de producción puede ser conveniente que uno o más objetivos sean modificados durante el transcurso del período de manejo y ello puede requerir de un cambio o una adecuación en las pautas establecidas para el ciclo de cortas restante.

En la actualidad, es una exigencia cada vez mayor la de complementar los objetivos productivos con objetivos concretos de conservación de los servicios ambientales y culturales, sobre todo aquellos que puedan valorarse en la zona, como por ejemplo, la protección del suelo y el agua, la preservación de relictos naturales, culturales, de zonas de usos tradicionales o ancestrales y la protección de ambientes particulares.

PLANIFICACIÓN ESPACIAL Y TEMPORAL DE LAS PLANTACIONES

Es esencial una correcta definición del área a forestar dentro del predio. Las asignaciones del campo deben reflejarse en una adecuada cartografía, que indique la zonificación del mismo, contemplando las zonas destinadas a las distintas producciones o usos, la conservación y la instalación de infraestructura, sobre todo la planificación de los caminos.
En este marco es conveniente realizar una planificación estratégica de las plantaciones, que considere el objetivo con el que fue instalada (con fines productivos, de protección, de restauración, de recreación, etc.). En el caso de pensarse con fines productivos, lo recomendado es una distribución de edades plurianual y con superficies más o menos equivalentes (por ejemplo, la superficie de la forestación total dividida por el número de años del turno o un submúltiplo de éste). Esto es preferible al establecimiento de grandes macizos en un período de unos pocos años, ya que la planificación de la actividad forestal de un predio debe realizarse para lograr una producción lo más continua posible, que permita dimensionar una oferta predecible y sostenida de productos al mercado o a la industria propia en caso de emprendimientos integrados. Esto también permite disminuir la inversión inicial y aprovechar al máximo los subsidios nacionales y provinciales disponibles. Además, como se verá más adelante, favorece la permanencia de la diversidad de flora y fauna.

Tanto la plantación como los tratamientos silviculturales requieren una inversión considerable, que en la actualidad es objeto de subsidios nacionales y provinciales. Una alter-

nativa para la planificación estratégica y la ordenación de las plantaciones, dependiendo de la superficie a forestar, es la de planificar las actividades por períodos. Estos períodos definirán la ordenación y dependerán del turno o ciclo de producción de las plantaciones. Por ejemplo, para un caso medio con turnos de entre 40 y 45 años, podría planificarse un período de implantación de toda la superficie de plantación de 10 a 12 años. Esto sería seguido por un período de igual duración en el que se realizarían los raleos pre-comerciales, la primera poda y eventuales levantes de poda. Finalizado este segundo período, se iniciarían un tercero y un cuarto en el que se realizarían los raleos comerciales, y finalmente un quinto en el que se ejecutarían las primeras cosechas, a la vez de comenzar con la reforestación de los primeros rodales y reiniciar el ciclo. De este modo la gestión de las plantaciones se va ejecutando de manera adecuada a los objetivos de producción planteados. La generación de rodales con edades diferentes, junto con sus correspondientes intervenciones, contribuirán además a la diversidad estructural y consecuentemente de hábitats dentro del paisaje. Esta diversidad podrá ser cada vez mayor conforme los bosques plantados avancen en edad, pudiendo aumentarse, por ejemplo, con la extensión del turno y con diseños de patrón de cosecha bajo diferentes tipos de cortas reproductoras (tratamientos silviculturales).

LOCALIZACIÓN DE LAS PLANTACIONES

ESCALAS ESPACIALES

La distribución de la forestación en el paisaje debe compatibilizar los objetivos de producción, de acuerdo a los diferentes niveles de productividad de los sitios, y de conservación, en un contexto regional al que deben estar integradas. En este sentido, la presencia de estas forestaciones, la distribución de edades, la oferta potencial de productos y la existencia de industrias podrán influir en las condiciones de mercado futuro y por lo tanto aportar a la definición de los objetivos de producción (Figura 1). La localización de las plantaciones



Figura 1.Localización de las forestaciones y su vinculación con el centro de procesamiento de productos y el mercado potencial (El caso del campo Los Peucos, Neuquén).

depende de tres escalas espaciales claves:

- Escala regional o global: la localización está vinculada a niveles de planificación y decisiones estratégicas que impactan en cuestiones económicas y de desarrollo de la región. Las implicancias económicas abarcan tanto al propietario como a la sociedad. Factores como la existencia de industrias instaladas y mercados, y que los mismos sean económicamente accesibles son algunos ejemplos de un nivel de mirada regional con influencia sobre cada propietario forestal. En esto el papel del Estado es fundamental, pues es el que debe promover el desarrollo a través de políticas e instrumentos públicos.

- Escala de paisaje o cuenca: la localización, asociada al diseño de las plantaciones, debe favorecer la conservación de la biodiversidad y de los recursos hídricos, promoviendo una matriz en la que los impactos y las medidas de mitigación o protección que ocurren en la misma estén balanceados. El aumento de la complejidad de la matriz del paisaje contribuye a mantener la biodiversidad de esa región, y la inserción de las plantaciones en la misma, según cómo sean planificadas y gestionadas, pueden contribuir a conservar esa diversidad (Brockerhoff *et al.* 2008) (Figura2). En esta escala se debe clasificar a la tierra, identificando ambientes tanto con valores ambientales especiales como productivos, diseñando adecuados corredores naturales de circulación de la fauna, etc. Este es el nivel espacial en el que se deben compatibilizar los objetivos de producción y conservación o protección, bajo la premisa central de *conservar produciendo*.

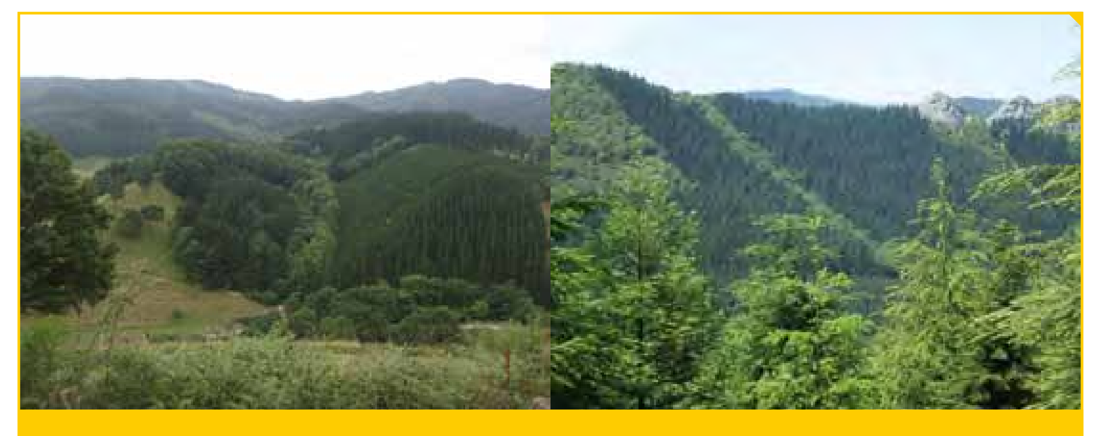


Figura 2. Matrices heterogéneas en dos paisajes con alternancia de plantaciones, bosques naturales de diversos tipos forestales y pastizales.

- Escala local, de propietario o de unidad de manejo: las localizaciones y los diseños tienen que acompañar los objetivos planteados a nivel de paisaje o cuenca, y deben favorecer las operaciones de bajo o mínimo impacto, la protección de ambientes de alto valor de conservación y una producción factible. Desde el punto de vista productivo, la localización impactará a través de las calidades de sitio, que determinarán los niveles de producción esperables, y del acceso y las distancias que deban recorrer los productos cosechados. Una plantación será viable cuando los productos obtenidos puedan ser económicamente comercializados.

CALIDAD DE SITIO

Desde el punto de vista productivo es conveniente priorizar las mejores calidades de sitio para realizar las forestaciones. La calidad de sitio es lo que determina el nivel de productividad que se puede alcanzar en un ambiente determinadopara una o un grupo de especies. La importancia de considerar este aspecto radica en que la localización de la plantación determinará su potencial productivo de acuerdo a la calidad de sitio dominante. En la Patagonia muchos productores, principalmente ganaderos, prefieren forestar los sitios cubiertos por la vegetación menos productiva desde el punto de vista forrajero, incluyendo aquellos que presentan suelos degradados. La priorización de las áreas de estepa degradadas para el desarrollo de la forestación es una práctica generalizada de estos productores que destinan a la forestación una parte de sus predios, como una inversión pensada para una generación venidera.

En este contexto, se recomienda realizar una zonificación del predio que contemple las zonas destinadas a la producción ganadera, la conservación y la forestación. Si la zona para forestar está degradada, la plantación podrá ayudar a su recuperación. Sin embargo, los objetivos productivos deben priorizar la plantación en aquellas áreas de mejor calidad de sitio, sin descuidar los aspectos ambientales.

ASPECTOS AMBIENTALES

Consideraciones generales

Históricamente se ha reconocido el valor de las plantaciones forestales en áreas degradadas, por su papel en la recuperación y fijación del suelo. La reducción de la velocidad del viento y de la escorrentía en superficie logra la instalación de la vegetación y ello permite la estabilización del suelo y la paulatina acumulación de materia orgánica, además de evitar el efecto directo del impacto de las gotas de agua sobre la superficie. En ese sentido, se debe evitar dejar extensiones con suelo desnudo en el momento de la cosecha. Esto se podría lograr con un adecuado régimen de raleos y realizando la corta final por aclareos sucesivos. De esta forma se podría tener una cobertura herbácea/arbustiva que permita proteger el suelo en el momento de la cosecha. Otra opción es realizar las talas rasas en superficies pequeñas, en fajas o bosquetes.

Otro valor ambiental de las forestaciones ampliamente reconocido es su capacidad de fijación de carbono atmosférico. Cálculos en forestaciones de la región de Pulmarí (Neuquén), indicaban una acumulación de carbono muy superior a la línea base de vegetación de estepa (Laclau 2010).

Conservación de los recursos hídricos

A nivel regional, el efecto que las plantaciones forestales puedan tener sobre el rendimiento hídrico de los cursos de agua, dependerá de las precipitaciones del lugar y de la cercanía a los cursos o cuerpos de agua. Es así que, en áreas con precipitaciones superiores a los 1000 mm anuales, con excedentes hídricos, el diseño de la plantación y su manejo, deberán ser diferentes a aquellos lugares con precipitaciones menores, si se busca evitar

un impacto negativo sobre el rendimiento hídrico de los cursos. Los detalles en cada caso se presentan en el Capítulo 4.

Las forestaciones, el balance de carbono y la mitigación del cambio climático

Como parte de la **planificación de uso del suelo** en el paisaje, las forestaciones pueden jugar un rol en la mitigación del cambio climático global a través de su capacidad de secuestrar carbono de la atmosfera y acumularlo en su biomasa y en el suelo. Es importante destacar, sin embargo, que no cualquier actividad de forestación contribuye con la mitigación de las emisiones de CO_2, sino aquella **explícitamente planificada para ese fin** y que debe demostrar un balance de carbono positivo. El balance de carbono de un proyecto de forestación surge como la diferencia entre todos los gases de efecto invernadero (GEI), expresados en CO_2 equivalente, que serían emitidos o secuestrados de la atmósfera a través de su implementación, en comparación con un escenario de línea base. La línea base representa el uso corriente o más probable del suelo que ocurriría en el horizonte de planificación sin el proyecto. Dicho balance se debe evaluar a una escala apropiada, sea para un proyecto de inversión, para una provincia, región o país. En un proceso dinámico, es posible apreciar los efectos del balance de carbono de una estrategia o política de desarrollo de forestaciones.
Las tierras con potencial biofísico para el desarrollo de forestaciones en la Patagonia presentan una gran potencial para de proyectos de mitigación del cambio climático. Esto se debe al balance neto de carbono claramente positivo que pueden tener **nuevas forestaciones** frente a la línea base del uso tradicional ganadero. Por ejemplo una forestación sobre una calidad de sitio media para la producción de madera de calidad y mitigación de emisiones de CO_2 podría capturar en la biomasa aérea y radical al turno (44 años) (sin considerar el suelo) 450 t $CO_{2eq}.ha^{-1}$ o 10 t $CO_{2eq}.ha^{-1}.año^{-1}$ (descontados los raleos), frente a la estepa con uso pastoril, que con un stock máximo de 1-2 t de C, presenta una captura neta anual próxima a 0 (Loguercio *et al.* 2005).
Dadas las consecuencias del cambio climático es posible que este tipo de proyectos cobren más interés en el futuro, y Patagonia tendría oportunidades para su desarrollo. Para ello se necesitará que aumenten las capacidades técnicas y consoliden mecanismos institucionales para la evaluación y monitoreo de este tipo de proyectos en el país.

Protección de especies y ambientes de alto valor de conservación

La estrategia para la conservación de la biodiversidad requiere considerar las diferentes escalas espaciales en forma simultánea. Por ejemplo, la construcción de un camino o la realización de un determinado tipo de corta podrán tener un alto impacto local sobre la biodiversidad, aunque el impacto a escala del paisaje no sea significativo debido a la extensión y el diseño de estas acciones.

Además, teniendo en cuenta que las áreas protegidas son insuficientes para la conservación de la diversidad regional y global, es necesario que las superficies productivas contemplen un diseño y manejo que permita complementar el papel de aquellas.

A nivel regional la ubicación de las plantaciones debe considerar la existencia de los "sitios de alto valor de conservación" (SAVC). Estos espacios pueden ser valiosos por su particularidad, su estado de población o su importancia en los procesos naturales o ciclos biológicos. Cuando se está en presencia de dichos sitios, deberá analizarse en qué medida las plantaciones afectan a los valores a mantener, o si existen prácticas de manejo adecuadas que no perjudiquen los mismos, y en este caso deberán figurar en el plan de manejo. De lo contrario, en el caso de representar un daño potencial, tendrá que evitarse la plantación en esas áreas.

A su vez existen especies que poseen un alto valor ecológico, ya sea por el estado de conservación de sus poblaciones o por su papel en el ecosistema. En la región existen varias especies nativas que se encuentran amenazadas de extinción, principalmente de la fauna, como por ejemplo huemul (*Hippocamelusbisulcus*) y huillín (*Lontraprovocax*). Cuando el proyecto de forestación involucra el hábitat de estas especies, incluyendo áreas que sean usadas como corredores o de posible circulación, deberá considerarse en qué medida las plantaciones las pueden afectar.

A un nivel de escala predial pueden existir ambientes valiosos, ya sea porque tienen un papel fundamental en los procesos naturales, poseen una estructura o estado particular dentro del ecosistema o su presencia es muy restringida. En estos casos la planificación de uso del área debe garantizar su conservación y mantenimiento. En la región norpatagónica se han reconocido tres ambientes naturales de valor especial (Rosenkjaer y Rusch 2008, Rusch*et al.*, 2015):

- Los humedales que involucran cursos y cuerpos de agua, sus márgenes y otras áreas definidas por la dinámica del agua como los mallines.

- Los bosques naturales maduros que presentan árboles de muy avanzada edad y que corresponden a hábitats particulares y escasos.

- Los ambientes termales que se encuentran en zonas de reciente actividad volcánica y que albergan una biodiversidad única y extremadamente rara.

Una descripción más detallada de los SAVC, las especies y los ambientes de alto valor, pueden encontrarse en Rusch *et al.* (2015).

Como regla general, se debe evitar la instalación de forestaciones en la ribera de cursos y cuerpos de agua, o a una distancia de los mismos que afecte su funcionamiento. Por un lado, la vegetación natural ribereña cumple un importante papel en la protección y mantenimiento del equilibrio de los ambientes acuáticos. Además, define el tipo de materia orgánica que será aportada al curso como base de la alimentación de la fauna acuática. Debe considerarse que las pináceas proveen materiales ácidos al medio, las *Latifolia*das generalmente neutros y el ciprés de la cordillera (*Austrocedrus chilensis*) provee materia-

les básicos. Los contenidos de lignina de cada especie también difieren, y se relacionan con la calidad de la materia orgánica. Por otro lado, el nivel del sombreado define la temperatura y el nivel de provisión de energía solar que ingresa al ambiente acuático. A su vez, la vegetación le brinda la capacidad de retención de partículas y aporta estructuras vegetales vivas y muertas para sostén de las márgenes. Además, la presencia de individuos en las márgenes de estos ambientes acuáticos podría determinar un consumo de agua muy superior al normal (ver capítulo 4).

En la región de ecotono entre el bosque natural y la estepa, donde se realiza la mayoría de las plantaciones de la región norpatagónica, se ha producido entre principios y mediados del siglo pasado un retroceso de las comunidades forestales preexistentes por acción del fuego, la sobreexplotación y el sobrepastoreo. Como consecuencia de estos procesos, en muchos casos la vegetación natural original de las riberas no es la estepa presente en la actualidad, sino, bosques naturales de ciprés de la cordillera o ñire (*Nothofagus antarctica*) y/o matorrales. La mejor situación ambiental para estos cursos de agua sería recuperar este tipo de vegetación natural. En algunos casos, la supresión de actividades antrópicas degradantes está provocando la recuperación natural paulatina de estas formaciones forestales.

En los SAVC y en particular en las áreas con especies y ambientes de relevancia especial, no sólo se deberá considerar el efecto directo de la plantación, sino también la posibilidad de que estas áreas sean invadidas por regeneración natural proveniente de forestaciones cercanas.

A su vez, será necesario considerar condiciones particulares, como las forestaciones cuyos objetivo es el de protección de laderas o ambientes perilacustres en el caso de embalses artificiales, o la recuperación de áreas con alta degradación de suelo.

Para la planificación de la plantación deberá contemplarse la utilización de cartografía auxiliar si correspondiera, como:

- El ordenamiento territorial de los bosques nativos.

- Los mapas de clases de prioridades de conservación y vulnerabilidad de las forestaciones provenientes de la “Evaluación ambiental estratégica para el desarrollo de forestaciones”, disponible en los servicios forestales provinciales, en la Unidad Ejecutora para el Cambio Rural (UCAR, MINAGRI) y en el Centro de Investigación y Extensión Forestal Andino Patagónico (CIEFAP).

ASPECTOS SOCIALES

El contexto social en el que se encuentra el predio debe ser tenido en cuenta para la localización de las plantaciones. Independientemente del propietario del predio de plantación, el territorio podría ser usado de diferentes maneras por diversos actores de la sociedad, tales como pobladores rurales, comunidades originarias y visitantes provenientes de las áreas urbanas. La localización de las plantaciones debe considerar estos usos y actividades tradicionales de la población que utiliza el territorio. Deben ser evaluados aspectos como la preservación de rutas de arreo o la consideración de sitios de interés especial

para los pueblos originarios, así como el riesgo de incendio asociado a la presencia de visitantes o turistas.

DISEÑO DE LAS PLANTACIONES

El diseño de una plantación tiene características propias como su forma y estructura. Estos aspectos, así como la disposición espacial en el terreno y la composición de especies, son muy importantes y deben abordarse desde la planificación de la forestación. Una consideración general es que el aumento de la complejidad de la matriz del paisaje contribuye al mantenimiento de la biodiversidad, y como se expuso, las plantaciones, según cómo sean planificadas y gestionadas, pueden contribuir al aumento y mantenimiento de la diversidad (Brockerhoff*et al.* 2008). Dicha complejidad estructural se ve favorecida si se yuxtaponen forestaciones de distinta composición, tamaño, edad y forma, aumentando la disponibilidad de hábitats diferentes para la flora y fauna nativas, especialmente las que habitan cercanas a los bosques naturales. La complejidad también aumentará al incluir en las áreas a forestar corredores de vegetación nativa, parches de vegetación con otros usos y la conservación de ambientes naturales particulares.

La planificación espacial de las áreas a forestar en un predio se debe representar en mapas que deben contener como mínimo la siguiente información:

- Límites del predio diferenciando cartográficamente según se trate de límite natural, de cerco, de alambre, de alta cumbre, línea imaginaria, etc.
- Vecinos.
- Infraestructura tal como casas, galpones, puestos, corrales, tanques de agua, alambrados de divisiones internas, tranqueras, etc.
- Red de caminos internos y externos informando el tipo y el estado de los mismos o el grado de transitabilidad según la época del año.
- Aspectos hidrográficos como ríos, arroyos, espejos de agua y mallines, debiendo estar los cursos de agua, diferenciados en temporales y permanentes.
- Otros aspectos fisiográficos como cerros y valles.
- Curvas de nivel.
- Áreas de valor especial para la conservación.
- Área potencial para forestación.
- Plan de forestación de corto (rodales de los primeros 5 años a nivel de detalle) y largo plazo.

PROTECCIÓN DE LOS SERVICIOS AMBIENTALES

El diseño de las plantaciones es un aspecto de gran valor a la hora de plantear la consideración de los aspectos ambientales. Los efectos de las plantaciones sobre la conservación del agua y la biodiversidad también se pueden manejar con el diseño. Con relación a la regulación de los rendimientos hídricos de una cuenca, la proporción forestada, las densidades de plantación, la posición topográfica de los rodales y la combinación de diferentes períodos de plantación, son herramientas de valor para manejar este recurso (capítulos 3, 4 y 5).

Con relación a la biodiversidad, el diseño de las plantaciones debería propender a minimizar los efectos de la fragmentación, garantizando superficies suficientemente amplias e interconectadas de ambiente natural, especialmente con relación a la red de drenaje (capítulo 3).

Una superficie importante del ecotono bosque-estepa que tiene potencial para la forestación, corresponde a paisajes que en buena medida y antes de la colonización del hombre blanco, muy probablemente tenían una cobertura abierta a semi-abierta de bosque natural y/o matorral. Se conservan relictos de este tipo de vegetación en forma de bosquetes y árboles aislados de ñire, ciprés de la cordillera, pehuén (*Araucaria araucana*) y roble pellín (*Nothofagus obliqua*/*Lophozonia obliqua*) y en amplias zonas se aprecia una recuperación notable de estas formaciones naturales, básicamente por la supresión del fuego y la ganadería. Inclusive en plantaciones en estas zonas, que se encuentran en densidades abiertas por raleos se está produciendo el ingreso de esta vegetación nativa.

Para la conservación y expansión de la superficie de estas formaciones remanentes se sugiere el establecimiento de áreas de amortiguación libres de pino. Además, los planes de forestación deben destinar una proporción de la superficie para el establecimiento de pequeños rodales de bosque de especies nativas en aquellas zonas donde persistan relictos en el paisaje y que puedan aportar a la conectividad entre los mismos. La experiencia demuestra que el manejar densidades abiertas de las plantaciones no sería obstáculo para el proceso de recuperación de la vegetación natural iniciado en amplias zonas.

APROVECHAMIENTO Y PLANIFICACIÓN DE CAMINOS Y CARGADEROS

Los caminos forestales son fundamentales para la adecuada gestión de las plantaciones. El correcto diseño e intensidad de estos caminos representan factores importantes del costo de producción forestal, ya que por un lado determinarán el valor de su construcción y mantenimiento, y por el otro el de la extracción de los productos. Buenos caminos permiten su utilización durante períodos más prolongados a lo largo del año, pudiendo garantizar la salida de productos de la propiedad y su comercialización o industrialización, como así también permitir el ingreso a la plantación para distintas actividades de gestión. Los principales caminos internos y cargaderos deben ser planificados antes de definir los lotes de plantación del establecimiento. Esto debe realizarse en función de dar las condiciones para una extracción eficiente en toda el área forestada, lo que significa definir en esta instancia la conexión con los caminos públicos existentes, que conectarán las forestaciones con el mercado, y las trazas que constituirán las columnas vertebrales de la extracción de la producción en el futuro. Esto no implica construir todos los caminos al inicio de

las actividades, pero sí es necesario tenerlos planificados para evitar plantar en las trazas previstas, porque la eliminación futura de los árboles en las mismas redundaría en altos costos (hasta un 100 % mayores), como también en problemas constructivos. La planificación de los caminos debe realizarse considerando la ubicación de los ya existentes, las pendientes, los tipos de suelos, los SAVC y las necesidades de acceso (capítulo 11). En este proceso es muy importante identificar la presencia de zonas críticas, los pasos obligados, e intentar diseñar circuitos integrados de transporte.

Los cargaderos son las áreas de acopio de los productos y donde se produce su carga para el transporte. Pueden tener una forma particular en función de la topografía, la magnitud del acopio y las características de los suelos, pero muchos propietarios acopian a borde de los caminos principales. Al igual que los caminos, su intensidad debe ser acorde a la inversión y al nivel de producción que tendrá la plantación y estar en lugares estratégicos para facilitar el ingreso, la carga y el egreso de los camiones. Deben ubicarse en lugares planos de buen drenaje.

Los métodos de aprovechamiento dependerán de varios factores. Desde lo ambiental, la pendiente del terreno podrá condicionar la forma de trozado, el tipo de maquinaria o animales utilizados para el movimiento de las plantas o los productos; por ello es conveniente considerar los cambios de pendiente en el diseño de los lotes de plantación. Desde lo socioeconómico, la capacidad operativa dependerá del tipo social de propietario (por ejemplo, comunitario, ocupante, empresa o sociedad, familia), su nivel económico y el tamaño del campo y de la superficie plantada. Es aconsejable priorizar la plantación en zonas de pendiente suave si el objetivo de la plantación es básicamente la producción de madera.

Planificación de las Plantaciones a nivel de predio
El caso de Ea. Los Peucos – Sara Castañeda

La zonificación del campo y el diseño de las plantaciones son fundamentales para generar un proceso productivo asociado al mantenimiento de los ambientes naturales y con ello de la biodiversidad local. En el campo se han identificado las zonas o punto críticos de la vegetación natural, los cuales han sido excluidos de las zonas de plantaciones y protegidos de otros impactos. Ello ha permitido su recuperación en un plazo relativamente corto. El campo Los Peucos tiene una docena de zonas recuperadas cuya vegetación se compone de chacay, ñires, lengas, maitenes y pastizales, alcanzando niveles elevados de cobertura. Especialmente se han protegido los mallines y corredores fluvio-biológicos. La exclusión del pastoreo extensivo como consecuencia de la forestación fue determinante en este proceso de recuperación. El campo de 10.000 ha tiene previsto una ocupación de 3.500 ha para plantaciones de producción forestal. Más del 50% de la superficie es ocupada por ambientes naturales, mallines, pastizales de estepa y áreas riparias.
La ordenación forestal prevé comenzar a producir madera a partir del año 2020, con los primeros raleos comerciales.



PROTECCIÓN CONTRA INCENDIOS

Las forestaciones no deben generar un continuo superficial de combustible desde la estepa hacia el bosque natural, que podría provocar que incendios de baja intensidad iniciados en la estepa lleguen como incendios forestales de alta intensidad al bosque.

Las fajas de forestación contiguas a rutas y caminos principales, que son las que tienen un mayor riesgo de inicio de focos de incendio, deben ser mantenidas limpias y con menor densidad que el centro de los rodales. El acceso a los perímetros externos de las forestaciones y a los cortafuegos debe estar garantizado por la red de caminos. Es importante en esta consideración preservar zonas donde se mantenga la conectividad de la vegetación para no generar barreras en toda el área.

Los residuos de las podas y raleos aumentan el material combustible del rodal y por lo tanto es muy importante tomar las precauciones necesarias y posibles. Lo ideal es reducirlos a astillas con una “chipeadora” móvil que se alimenta manualmente y que tritura el material dejándolo en pequeños trozos (*chips*) esparcidos por la superficie. Esta opción, sin embargo, no sería factible para forestaciones de mediana y gran escala desde el punto de vista operativo y económico. En un establecimiento de la región, sobre terreno plano, se está utilizando una grada rotativa pesada que tritura el material junto con la capa superior del suelo y lo incorpora al mismo. En caso de que los residuos no se extraigan del bosque, es preferible dejarlos esparcidos y bien distribuidos en la superficie, tratando que tomen contacto con el suelo y sin que queden ramas al pie de los árboles. Nunca se deben dejar pilas de ramas porque tardan más tiempo en descomponerse y, si se produce un incendio, estos montículos producen llamas altas y el encendido de las copas. Otra posibilidad es extraer el material del bosque, localizarlo en “claros” y quemarlo, siempre y cuando se realice en la época apropiada, el claro sea extenso o esté fuera del bosque y alejado de los árboles.

Las quemas se deben realizar en el invierno porque es la época más húmeda y fría. A los árboles raleados se les debe disminuir el volumen de la copa con la motosierra y así lograr que los residuos entren en contacto con el suelo y se descompongan más rápidamente. El

PERIODO	LUGAR	PRIORIDAD DE PROTECCIÓN	ACTIVIDAD	EJEMPLOS DE RESULTADOS
Todo el año	Caserío	Alta	Actividades preventivas en las viviendas y alrededores	Pasto cortado alrededor de las viviendas, leña en depósito, etc.
Mayo a Julio	Rodal	Baja	Calle cortafuego	500 m calle cortafuego
Mayo a Septiembre	Camino	Media	Reducción del combustible, manejo de la vegetación a 5 m a cada lado del camino	10 km de camino limpio, 150 m³ quemados 300 m³ chipeados
Noviembre a Marzo	Predio	---	Detección mediante torrero y recorredores	Detección temprana, adquisición de base VHF y 2 handy

aumento de luz y temperatura, por efecto de la poda y el raleo, combinado con el pisoteo de los animales en sistemas silvopastoriles, contribuye a la descomposición de este material. Estas diferentes alternativas para el manejo de los residuos deben ser consideradas en la planificación de la plantación.

ASPECTOS SOCIALES

Desde el punto de vista social, debe tenerse en cuenta el impacto paisajístico de las plantaciones, aspecto especialmente demandado en áreas con potencial turístico. Es importante considerar que el desarrollo turístico es relevante en todo el territorio cordillerano, de modo tal que algunas plantaciones pensadas inicialmente sólo con objetivos de producción, en la actualidad pueden ser también objeto de un uso turístico sin resignar metas productivas. Esto ocurre en plantaciones de los alrededores de algunas localidades, como las de Junín de los Andes, y las de Esquel,que se han transformado en un área de recreación y de actividades religiosas.

Las plantaciones más aptas desde el punto de vista turístico, con un diseño más amigable con los aspectos escénicos, son aquellas que siguen las curvas naturales del paisaje, muestran heterogeneidad y contrastes, y permiten la visualización de las formas del paisaje. Para profundizar este tema, puede consultarse a Rosenkjaer *et al.* (2008).

ASPECTOS LEGALES

La planificación deberá respetar la legislación vigente. En relación a la tenencia de la tierra, deberá considerarse que para la solicitud de los subsidios nacionales o provinciales se suele requerir lo siguiente:

a) Copia simple de los títulos de propiedad de los inmuebles afectados al emprendimiento. Cuando el emprendimiento se realice en tierras de propiedad ajena deberá presentar además de la documentación detallada precedentemente, copia debidamente certificada del contrato de arrendamiento o del instrumento jurídico en el cual se establecen los derechos y obligaciones de ambas partes.

b) Certificado de dominio original de la propiedad involucrada en el emprendimiento, expedido por el Registro de la Propiedad Inmueble.

c) Si se tratara de inmuebles en condominio, se deberá presentar además la conformidad de todos los condóminos.

d) Cuando el titular sólo detentara la propiedad del predio, por existir una reserva de usufructo a favor de terceros, deberá presentar la conformidad firmada por el usufructuario para la ejecución del proyecto hasta el turno de corte, con firma certificada.

e) Cuando la ejecución del proyecto se realizase en tierras de propiedad fiscal, se deberá presentar el permiso de ocupación respectivo o un certificado que autorice al solicitante la tenencia del predio y le permita ejecutar el plan hasta el turno de corte final, ambos extendidos por la autoridad competente (por ejemplo, la Subsecretaría de Tierras).

f) Cuando los solicitantes pertenecieran a una comunidad de pueblos originarios, deberán presentar título de propiedad o copia del acto administrativo por el cual se adjudica la tenencia, posesión o propiedad de la tierra a la entidad a la que pertenecen. Asimismo las personas deberán acreditar la pertenencia a la comunidad.

Marco legislativo vigente (CIEFAP-FUNDFAEP 2015) **Legislación Nacional**	
Política y fomento Forestal	Ley N° 25.080 de Promoción de las inversiones en Bosques Cultivados Ley N°26.432de Prórroga y reforma de Ley 25.080 Ley N° 25.509. Derecho Real de Superficie Forestal
Protección y sanidad forestal	Ley N° 26.815 de Manejo del fuego. Decreto-Ley 6.704/63 de Defensa Sanitaria
Conservación de la biodiversidad y las áreas protegidas	Ley N° 24.375 de Aprobación del Convenio sobre la Diversidad Biológica (Resoluciones SAyDS N° 91/2003 y 69/2010). Ley N° 23.919 de Convenio relativo a los humedales de importancia internacional especialmente como hábitat de aves acuáticas Ley N° 23.918 de la Convención sobre la conservación de las especies migratorias de animales silvestres Ley N° 22.421 de Conservación de la fauna (Resolución Nro. 315/2008. SAyPA) Ley N° 22.351 de Parques y reservas nacionales y monumentos naturales Ley N° 24.702 de Establecimiento de diversas especies como monumentos naturales
Ambiente	Ley N° 25.675 del Ambiente Ley N° 26.331 Presupuestos mínimos de protección ambiental de los bosques nativos Ley N° 25.841 de Aprobación del acuerdo marco sobre medio ambiente del MERCOSUR

Legislación de ordenamiento territorial	Ley XVII Nº 92 de Ordenamiento de bosques nativos
Protección y sanidad Forestal	Ley XIX Nº 32 (Antes Ley N°5232) de Manejo del fuego e incendios forestales o rurales Ley XVII-Nº 75 (Antes Ley 5192) de Programa de monitoreo y control de Sirex
Conservación de la biodiversidad y la naturaleza	Ley XI - Nº 18 (Antes Ley N° 4.617) de Sistema de áreas naturales protegidas Ley XXIII - Nº 19 (Antes Ley N° 4.217) de Custodios rurales Ley XI - Nº 10 (Antes Ley N° 3257) de Conservación de la fauna silvestre Ley XVII-Nº 7 (Antes Ley N° 1052) de Protección del sauce criollo Ley XI-Nº 22 (Antes Ley N° 4793) de Declaración de monumento natural al huemul Ley XI - Nº 18 (Antes Ley N° 5.439) de Código ambiental
Legislación de Neuquén	
Política y fomento forestal	Ley N° 790 de Creación de empresas del Estado Provincial (CORFONE) Ley N° 1890 de Bosques y tierras forestales. Creación de Fondo forestal Ley N° 2.288 de Adhesión a Ley Nacional 25.080 Ley N° 2.482 de Incentivos forestales
Ordenamiento territorial	Ley N° 2.780 de Bases para el ordenamiento territorial de los bosques nativos Ley N° 2.636 del Programa de desarrollo forestal de los perilagos
Conservación de la biodiversidad y la naturaleza	Ley N° 2.503 de Protección de recursos genéticos y bioquímicos Ley N° 2.594 de Creación del Sistema provincial de áreas protegidas Ley N° 1.875 de Preservación, conservación y defensa del ambiente Ley N° 2.267 de Declaración de Impacto ambiental y plan de gestión ambiental
Legislación de Río Negro	
Política y fomento forestal	Ley N° 3.314 de Adhesión a la Ley Nacional N° 25.080 Ley N° 2.022 de Creación EM.FOR.S.A
Ordenamiento territorial	Ley N° 4.366 de Adhesión a Ley Nacional 26.331 Ley N° 4.552 de Ordenamiento territorial de bosques nativos Ley N° 1.850 de Ratificación convenio de ordenamiento y programas ambientales
Protección y sanidad forestal	Ley N° 2.966 de Creación SPLIF Ley N° 3.106 de Fiscalización y sanidad vegetal Ley N° 3.983 de Creación de un plan provincial de manejo de plagas forestales
Conservación de la biodiversidad y la naturaleza	Ley N° 2.669 de Sistema provincial de áreas protegidas Ley N° 2.056 de Interés público de fauna silvestre Ley N° 2.646 de Declaración del huemul como monumento natural Ley N° 3.702 de Protección de especies vegetales medicinales, aromáticas y biodinámicas Ley N° 3.266 de Evaluación de impacto ambiental Ley N° 2.581 de Creación Cruz Verde Rionegrina Ley N° 2.631 de Desarrollo sustentable
Legislación de Chubut	
Política y fomento forestal	Ley XVII Nº 61 (Antes Ley 4580) de Adhesión a Ley N° 25.080 Ley XVII Nº 91 de Adhesión a Ley Nacional Nº 26.432 de Prórroga de Ley N° 25.080 Ley IX Nº 33 (Antes Ley 3944) de Régimen de promoción de la actividad forestal Ley IX Nº 58 (Antes Ley 5299) de Comisión de reconversión productiva de la actividad forestal

PLANIFICACIÓN DEL MANEJO

En todos los casos, las plantaciones deben ser conducidas en base a un manejo silvicultural preestablecido. Incluso cuando la producción forestal no sea el objetivo principal, será necesario aplicar silvicultura para el logro de los objetivos de recreación, protección y/o conservación, puesto que la estabilidad y el buen estado sanitario requieren disminuciones periódicas de la densidad. Sin lugar a dudas, la definición clara de los objetivos facilitará el diseño del régimen silvicultural que guiará el manejo hacia el logro de los mismos; ello implicará una planificación de las actividades que se deben distribuir en el tiempo y el espacio.

A pesar de que muchas veces el objetivo es producir madera de calidad, éste se verá afectado por la falta de manejo. Sin embargo, son frecuentes también los casos en que los objetivos no están claramente definidos por el propietario y tal situación repercute no sólo en la ausencia de un manejo adecuado y en la calidad de la producción futura, sino que además genera impactos ambientales no deseados. Estos impactos se relacionan básicamente con las altas densidades de la plantación que provocan la pérdida de especies de plantas del sotobosque, una mayor intercepción y consumo de agua, y el aumento del riesgo de incendios y de incidencia de plagas y enfermedades. Además, los árboles creciendo a altas densidades poseerán una gran proporción de ramas muertas en el fuste, desmejorando la madera producida en la transformación productiva. En general, la falta de atención de estas plantaciones, puede facilitar los procesos de invasión de ciertas especies exóticas hacia zonas linderas, como los casos de pino murrayana (*Pinus murrayana*) y pino radiata (*Pinus radiata*), entre otros (Capítulo 6).

Con relación a los aspectos ambientales (Capítulos 3, 4 y 5), el mantenimiento de la cobertura herbácea y arbustiva natural es otra manera de contribuir a la conectividad de los ambientes y por ende, al mantenimiento de la biodiversidad sobre el suelo y dentro de él. A su vez, esta mayor cobertura natural, favorece la posibilidad del uso silvopastoril de los lotes forestados. La cobertura arbórea abierta permite por un lado el crecimiento adecuado de los individuos, y por otro el mantenimiento de especies de plantas del sotobosque, aumentando además la resiliencia y resistencia del ecosistema ante disturbios como incendios. El mantenimiento de la vegetación nativa bajo el dosel forestal se logra a partir de bajas densidades iniciales de plantación y realizando las podas y raleos en la forma y en los momentos adecuados (ver Capítulo 9). Estos manejos y estructuras permiten regular los aspectos hídricos del sitio.

En sistemas productivos forestales, los tratamientos silvícolas deben tener en cuenta estos aspectos, realizando las podas y los raleos en el momento oportuno. Ambas actividades son esenciales para el logro de los objetivos de producción, a la vez que contribuyen a prevenir incendios forestales de alta intensidad. Asimismo, la oportunidad e intensidad de los tratamientos silvícolas deberá considerar la calidad de sitio: en rodales con objetivos orientados a la producción de madera, la intensidad de manejo debe ser mayor en los sitios más productivos.

En términos generales y dependiendo de la densidad inicial establecida, para evitar que el rodal se cierre de copas es recomendable que la primera intervención sea un raleo a desecho, con la realización simultánea de una primera poda. Estas operaciones tendrán lugar cuando los individuos dominantes de la plantación alcancen los 8 a 10 cm de diámetro a la altura del pecho (DAP) (ver capítulo 7).

En los ambientes más húmedos, el mayor consumo de agua de las forestaciones con relación a la estepa no tendría efectos negativos significativos sobre el ecosistema. Sin embargo, en los más secos que corresponden a la calidad de sitio IV para pino ponderosa, el mayor consumo de agua podría ser crítico, por lo que sería conveniente recurrir a menores densidades en la plantación y durante el desarrollo de los rodales, para minimizar los efectos negativos de la competencia entre los árboles y la vegetación de la estepa.

Desde hace unos años existe un interés en la región para el desarrollo de forestaciones con fines silvopastoriles, que exige regímenes que mantengan coberturas abiertas a semi-abiertas, para garantizar la calidad del manto herbáceo. La implementación de esta práctica requiere que la planificación del manejo de los rodeos en el predio contemple que las forestaciones demandarán un período de clausura, que puede aportar a la recuperación de los lotes.

En relación a la elección de la especie, debe orientarse a aprovechar al máximo el potencial productivo de cada sitio para aquellas especies de mayor valor comercial. En este sentido, en aquellos lugares aptos para pino oregón (*Pseudotsuga menziesii*), conviene instalar esta especie frente a pino ponderosa, debido a que presenta mayor productividad, y madera con valores comerciales y demanda del mercado superiores. Lo mismo vale para los árboles nativos ciprés de la cordillera, roble pellín y raulí (*Nothofagus nervosa*/*Lophozonia alpina*), aunque la experiencia y la información disponible sobre las áreas aptas para la implantación de estas especies es más limitada.

La técnica de aprovechamiento se debe identificar y evaluar de acuerdo a las condiciones del predio, los objetivos de producción y a los recursos disponibles del propietario. Ya se expuso que la red de caminos debe planificarse cuidadosamente, preferentemente antes de realizar la plantación. Con respecto a la planificación de la cosecha, es importante no realizar talas rasas en superficies de gran tamaño, para evitar impactos ambientales severos sobre el suelo por posible desecamiento y erosión, y el mantenimiento de la calidad de agua y de la biodiversidad. Otros aspectos como el paisajístico pueden ser tenidos en cuenta a la hora de realizar la planificación de las cosechas (Rosenjkaer*et al.* 2008).

Es importante mantener información actualizada sobre las plantaciones del predio. Se recomienda mantener una actualización de la cartografía del predio incluyendo las intervenciones realizadas. La planificación debe integrarse en un plan de gestión de las forestaciones, que debe mantenerse actualizado y consistente con los objetivos de las mismas.

ESTRUCTURA DEL PLAN DE MANEJO

El plan de manejo deberá definir claramente los objetivos de la plantación y la estrategia para alcanzarlos, teniendo como estructura vertebral el régimen silvicultural que se aplicará. Son escasos los antecedentes de jurisdicciones que establecen normas

para elaborar el plan de manejo de bosques implantados. Tampoco hay propietarios que disponen de un plan establecido y en los casos existentes, los mismos se han elaborado con la plantación ya instalada y en pleno desarrollo.

El plan de manejo de una plantación es un documento que contiene los elementos básicos que permiten guiar la gestión de la plantación. Este documento inicial, deberá actualizarse mediante revisiones y adecuaciones periódicas a medida que la gestión avanza. Hay múltiples razones por las cuales lo planificado, tanto a nivel de todo el bosque como del esquema de manejo de rodales, puede cambiar. Los cambios sociales, económicos y tecnológicos son cada vez más dinámicos y obligan a revisar anualmente la gestión realizada y en función de ello, la prevista.

El plan de manejo de las plantaciones de la propiedad contendrá diferentes escalas espaciales y temporales de planificación:

- Planificación estratégica o general: localiza las acciones en tiempo y espacio para lograr fundamentalmente la producción sostenida en el mediano-largo plazo, sea esta una producción física (maderable o no maderable) o ambiental (servicios ecosistémicos).

- Planificación táctica o especial: localiza las acciones para un corto período de tiempo, que podría ser para cinco a 10 años, según los requerimientos, escala de producción, etc.

- Planificación operativa anual: se refiere a las acciones que se realizarán durante el año venidero, incluirá la organización de los recursos humanos, económicos, operativos y fiscales.

Para toda escala de planificación, el diagnóstico (inventario) y la cartografía serán elementos claves para la toma de decisiones.

La estructura básica se puede resumir en:

a) Definición de los objetivos, tratando de establecer claramente las metas buscadas.

b) Diagnóstico: inventario de las plantaciones.

c) Sistema silvicultural: se define el establecimiento, la conducción y el método de renovación/reproducción a la cosecha y se establecen los parámetros del régimen: número de plantas establecidas, los regímenes de podas y raleos y el método de cosecha.

d) Localización y diseño de las plantaciones: organización en tiempo y espacio, como así también la forma de los lotes. Incluirá el diseño de los caminos y las áreas de acopio.

Atendiendo a las consideraciones de localización y diseño de las plantaciones se debe realizar un mapa que defina las áreas a forestar en el predio, así como las áreas de conservación y las dedicadas a otros usos. Este mapa guiará posteriormente la marcación en el terreno de las áreas a forestar, de acuerdo a lo detallado en el capítulo 6. La herramienta fundamental para la planificación operativa es la confección de un plan operativo anual, que contemple las actividades a realizar.

El mapa de zonificación deberá contener la siguiente información:

- Límites del predio (diferenciando cartográficamente según se trate de límite natural, de cerco, de alambre, de alta cumbre, línea imaginaria, etc.).
- Vecinos.
- Infraestructura (casas, galpones, puestos, corrales, tanques de agua, alambrados de divisiones internas, tranqueras, etc.).
- Red de caminos internos y externos (informando el tipo y el estado de los mismos o el grado de transitabilidad según la época del año).
- Aspectos hidrográficos como ríos, arroyos, espejos de agua y mallines, debiendo estar los cursos de agua, diferenciados en temporales y permanentes).
- Zonificación Ordenamiento Territorial (si correspondiera).
- Zonas destinadas a plantación.
- Zonas destinadas a otros usos.

EVALUACIÓN DE LOS IMPACTOS AMBIENTALES

Concebido el plan de plantación, debería realizarse una evaluación de los impactos ambientales y el perfil de esta evaluación estará condicionado a la escala del proyecto. En las jurisdicciones existen variadas reglamentaciones sobre estos estudios, definiendo en algunos casos el tipo de evaluación según la escala o tamaño del emprendimiento. Sin lugar a dudas las evaluaciones más importantes son para aquellos proyectos de escalas medias a altas. Tanto la Nación como las provincias poseen leyes y reglamentos, los cuales pueden estar referidos a diversas temáticas vinculadas al ambiente o bien particularmente para emprendimientos forestales. Por intermedio de la Ley Nacional N° 25.080 (Ley 26.432) se establece la necesidad de realizar Estudios de Impacto Ambiental para la ejecución de proyectos o planes de forestación a ser financiados mediante la mencionada ley.Es posible concebir que la expresión *evaluación ambiental de un proyecto* incluya todos los factores involucrados, el ambiental propiamente dicho, el social, el económico y el institucional, sin embargo existe una tendencia a explicitar que las evaluaciones de los impactos son ambientales y sociales.

En términos generales la Evaluación del Impacto Ambiental es un documento que debe presentar el productor forestal a las autoridades nacionales y/o provinciales de aplicación en cumplimiento de la legislación vigente. La elaboración del informe se delega a un profesional o a una empresa consultora que fehacientemente representa al productor. Esta se aplica a un proyecto concreto y determinado que se ejecutará en un lugar y momento conocidos y el tipo de estudio variará según la escala, que en general está establecida a través de la superficie a afectar. Cada tipo de estudio o evaluación tienen diferentes denominaciones, que podrán variar según la jurisdicción en la que se desarrollará el proyecto.

Tiene el objetivo básico y fundamental de proveer información a las autoridades de aplicación acerca de los impactos positivos y negativos esperados de un proyecto específico. Los puntos básicos consisten en:

- Descripción de las acciones del proyecto: consiste en identificar todas las actividades y acciones del proyecto en diferentes escalas espaciales y temporales.

- Descripción y análisis del Ambiente.

- Identificación de los impactos ambientales que resultarían de ejecutar las acciones del proyecto. Se identifican tanto los impactos negativos como los positivos.

- Identificación de riesgos ambientales.

- Valoración y evaluación de impactos y riesgos ambientales.

- Plan de Gestión Ambiental (PGA):

  Este plan consiste en la identificación y prescripción de las medidas de prevención, mitigación y compensación de los impactos negativos identificados así como de potenciación de los impactos positivos.

  También deben identificarse las medidas de adecuación del proyecto a las condiciones ambientales y sociales del lugar propuesto para su ejecución.

  El PGA debe contar conladescripción de lo siguiente:

  - Eficiencia técnica y ecológica

  - Nivel de factibilidad

  - Indicadores de factibilidad de la medida

  - Costo

  - Prioridad y cronograma de ejecución

  - Responsable de su ejecución

- Programa de Seguimiento/Monitoreo: Consiste en identificar indicadores/variables de aplicabilidad y funcionamiento apropiado de las medidas a instrumentar y establecer un programa de monitoreo.

- Programa de contingencias: Consiste en planificar las medidas necesarias a tomar frente a eventos naturales extraordinarios o producidos por la actividad característica del proyecto tales como: incendios, crecidas/lluvias torrenciales, nevadas, accidentes de obreros forestales etc.

BIBLIOGRAFÍA

Brockerhoff, E.G., H. Jactel, J.A.Parrotta, C.P. Quine y J. Sayer. 2008. Plantation forests and biodiversity: oxymoron or opportunity? Biodiversity Conservation 17: 925–951.

CIEFAP-FUNDFAEP. 2015. Evaluaciones ambientales estratégicas y programa de monitoreo de la biodiversidad en las plantaciones de la región Patagonia Andina. UCAR. Proyecto de Conservación de la Biodiversidad en Paisajes Productivos Forestales.GEF TF 090118. Informeinédito.

Haines-Young, R. y M. Potschin. 2013. Common international classification of ecosystem services (CICES). Disponible en: www.cices.eu o www.nottingham.ac.uk/cem

Laclau, P. 2010. Estudio de caso: cuantificación de carbono para el proyecto de forestación Pulmarí. En: SAyDS-JICA. Claves para el MDL forestal en Argentina, p. 102 - 104.

Loguercio G.A., G. Salvador y S. Antequera 2005. Estimación preliminar de producción y rentabilidad de certificados de reducción de emisiones temporales en forestaciones de pino ponderosa en la Patagonia. En Acta del 3º Congreso Forestal Argentino y Latinoamericano. Corrientes. ISSN 1669-6786. 11 p.

Rosenkjaer, C. y V. Rusch. 2008. Guía de conservación del paisaje. Comunicación Técnica Nº69. Área Forestal - Ecología Forestal, INTA EEA Bariloche, 49 p.

Rusch V., A. Vila, B. Marqués y V. Lantschner. 2015 Conservación de la biodiversidad en sistemas productivos. Fundamentos y prácticas aplicadas a forestaciones del noroeste de la Patagonia. UCAR-MINAGRI, 132 p.



ASPECTOS AMBIENTALES



LA BIODIVERSIDAD

AUTORES: Verónica Rusch, María Victoria Lantschner

Revisora: Sara Castañeda



BIODIVERSIDAD

Cómo se cita este capítulo:

Rusch V.E., M. V. Lantschner. 2015. La biodiversidad. Manual de Buenas Prácticas para el manejo de plantaciones forestales en el noroeste de la Patagonia. Editores: L. Chauchard, M.C. Frugoni, C. Nowak. Editorial Buenos Aires Cap. 3. p: 71-92



INTRODUCCIÓN

¿POR QUÉ CONSERVAR LA BIODIVERSIDAD EN SISTEMAS PRODUCTIVOS?

El concepto de "biodiversidad" es amplio e incluye a la diversidad y variabilidad de las formas de vida en sus diferentes niveles jerárquicos (paisajes, ecosistemas, comunidades, especies, poblaciones y genes) y dimensiones (composicional, estructural y funcional). Representa la base que proporciona gran parte de los servicios ecosistémicos que garantizan la supervivencia y bienestar de los seres humanos. La biodiversidad permite la provisión de alimentos, maderas, fibras y medicinas entre otros bienes, y el desarrollo de procesos esenciales de regulación y mantenimiento de los sistemas vivos. Entre estos se destacan: la formación de suelo, el almacenamiento y reciclado de nutrientes, la regulación del clima, la degradación de desechos y tóxicos, el control de plagas, la polinización, el mantenimiento de la calidad del agua y el aire, el mantenimiento de las bases para el mejoramiento genético, la estabilidad de los ecosistemas y la generación de hábitats.

La biodiversidad posee también valores culturales, ya que, distintos elementos naturales están cargados de significado e integrados en las vidas y costumbres de muchas comunidades.

Asimismo, la conservación de la biodiversidad resulta de gran importancia en sistemas productivos, debido a que muchas especies se hallan amenazadas de extinción. Entre los principales factores que causan procesos de extinción de especies silvestres se encuentran la sobreexplotación, la destrucción, degradación y fragmentación de hábitats, los impactos de las especies introducidas y el cambio climático (Rusch *et al* 2015). De todos los grandes cambios ambientales que la Tierra ha sufrido en los últimos cientos de años, se ha demostrado que las pérdidas de biodiversidad son las que más han superado la capacidad de regulación natural del planeta. (Röckstrom *et al* 2009). Es por esto que la conservación de la biodiversidad resulta fundamental para asegurar la productividad de los sistemas y debe ser abordada a través de la protección y del manejo sustentable de los recursos naturales, entre otras estrategias. En tanto, esta última es la que forma parte central de los sistemas de certificación del manejo sustentable que existen a nivel internacional y en muchos países.

Una estrategia global de conservación de la biodiversidad debe considerar distintas herramientas, y las Áreas Protegidas (APs) son un instrumento esencial para el logro de este objetivo. Sin embargo, en la actualidad, se reconoce que las APs por si solas son completamente insuficientes para alcanzarlo. Esto se debe a que, por un lado, muchos elementos de alto valor se encuentran ubicados fuera de las APs, y por el otro, muchas especies requieren de una superficie protegida mayor para mantener sus poblaciones viables. En particular, aquellas especies que requieren de grandes áreas de hábitat para

mantener sus poblaciones vitales, podrían requerir de ambientes adicionales por fuera de las APs. A su vez, las áreas fuera de las APs resultan de gran valor para mantener conectadas las poblaciones de las diferentes especies. Es por esto, que el empleo de APs debe estar complementado por otras herramientas que consideren la conservación de la biodiversidad fuera de estas, incluyéndola dentro de los sistemas productivos.

Por lo tanto, el futuro de gran parte de las especies depende de cómo se manejen las áreas bajo uso productivo. Éstas podrían cumplir dos tipos de roles. El primero es mantener ambientes aptos para las especies, realizándolo de forma tal que permita garantizar las condiciones de hábitat necesarias para sostener, por sí mismas, poblaciones de diversas especies, lo que reduce en gran medida los riesgos de extinción local de las mismas. El segundo es contribuir a la permeabilidad del territorio o paisaje para facilitar que los individuos de las diferentes especies lo atraviesen; así es posible unir ambientes de calidad y evitar aislar sub-poblaciones, favoreciendo el intercambio genético de las mismas. La conectividad para la fauna, por ejemplo, está controlada por la calidad del hábitat, que involucra una cobertura de vegetación apropiada y la disponibilidad de alimento o la presencia de elementos estructurales clave para el refugio o la reproducción (por ejemplo: presencia de troncos, rocas y huecos), además de la ausencia de factores de amenazas (como la cacería o la depredación por perros, entre otros riesgos potenciales).

COMPATIBILIZANDO USO Y CONSERVACIÓN: UNA MIRADA GENERAL

Es indispensable encontrar mecanismos que nos permitan definir DÓNDE y CÓMO es posible desarrollar cada actividad productiva, para evitar o minimizar impactos indeseados sobre el ambiente.

Para definir estos dos interrogantes, lo primero es entender el valor y las funciones de los sitios específicos, como así también conocer cuál es el impacto que las diferentes actividades productivas previstas tienen sobre la biodiversidad. A su vez, un eficiente monitoreo de los efectos de las actividades productivas sobre el ambiente permitirá comprobar, ratificar o rectificar el tipo de manejo empleado, con relación a los conocimientos y supuestos que subyacen bajo las prescripciones de dicho manejo.

El monitoreo es una parte esencial en la implementación de los procesos productivos de los que no se posee un conocimiento acabado de su efectividad y del impacto real que los mismos pueden generar. Los resultados de un monitoreo adecuado posibilitan establecer una estrategia de *manejo adaptativo* estableciendo correcciones en la marcha de la gestión del recurso.

En conclusión, algunos de los aspectos importantes a tener en cuenta para generar paisajes combinados de uso y conservación son:

- ciertas ***especies***, por sus características biológicas y alta sensibilidad a las acciones del hombre, son más susceptibles o se encuentran en peligro de extinción.

- existen algunos ***sitios y ambientes*** particulares que son de alto valor para la conservación.

- es necesario mantener biológicamente ***conectados los paisajes naturales*** ampliando así la superficie de hábitat disponible y mejorando la viabilidad de largo plazo de las especies que podrían ver sus poblaciones aisladas.

- mantener la biodiversidad necesaria para sostener ***otros servicios ecosistémicos***.

Entonces, una ***estrategia de conservación de la biodiversidad en sistemas bajo uso productivo*** debería considerar como mínimo, según se detalla en Rusch *et al* (2015), los siguientes elementos:

1. la consideración del grado de representación del tipo de ambiente a intervenir en el Sistema de Áreas Protegidas.

2. la identificación de la ubicación y/o distribución de los sitios de alto valor permitiría considerar qué actividades y pautas específicas de manejo pueden contribuir con la conservación de los mismos en los sitios bajo uso productivo que se superponen con ellos.

3. el logro de la permeabilidad del paisaje productivo que se genera y el cuidado de ambientes especiales.

Las dos primeras herramientas son de carácter regional, mientras que la tercera es a escala de paisaje o sitio. Estas estrategias se detallan en una publicación previa (Rusch *et al* 2015). En la misma, se presenta la ubicación de los sitios de alto valor en la región con una breve descripción de los mismos. También se exponen la distribución, características y requerimientos de las especies amenazadas, y se presentan los elementos y ambientes de valor especial. También se demuestran las principales herramientas para lograr la permeabilidad del paisaje productivo, y se precisan las pautas de manejo para ambientes de alto valor.

IMPACTOS DE LAS PLANTACIONES SOBRE VEGETACIÓN Y FAUNA NATIVA

Las investigaciones realizadas en diferentes partes del mundo han demostrado que las plantaciones forestales representan un hábitat menos favorable para la flora y la fauna que los bosques nativos no manejados. Sin embargo, el efecto de las forestaciones no siempre es negativo. Algunos estudios han permitido visualizar que existen situaciones en las que las plantaciones pueden proveer hábitats adecuados para un importante rango de especies de plantas y animales, incluso algunas consideradas como raras y amenazadas. En este sentido, los impactos de las forestaciones sobre la biodiversidad no son generalizables y dependen de las características propias de las plantaciones a múltiples escalas espaciales, particularmente a nivel de rodal y paisaje[1].

A escala de rodal la biodiversidad está fuertemente asociada a la estructura de la vegetación, pues a mayor heterogeneidad espacial (horizontal y vertical) aumenta la riqueza de espe-

1. Escala de Paisaje: corresponde a extensiones mayores a cientos de hectáreas y que son menores a cientos de kilómetros cuadrados, como puede ser el caso de una cuenca hídrica.

cies. Como las plantaciones comúnmente presentan un hábitat menos diverso y complejo que los bosques nativos, entonces su potencial para albergar diversidad es menor. A escala de paisaje, el impacto de las forestaciones sobre la biodiversidad depende de variables tales como el tipo de vegetación que es reemplazada para su implantación y su estado de degradación al momento de reemplazarla, el tamaño y forma de la plantación y su ubicación.

Investigaciones llevadas a cabo en la Patagonia (cajas 1 a 4) permiten avanzar sobre diferentes propuestas de manejo. Las respuestas al reemplazo de vegetación por forestaciones de los distintos grupos estudiados, están relacionadas entre sí (Figura 1). Es así como los principales cambios derivados del reemplazo de la vegetación nativa por forestaciones implican una modificación en la estructura del hábitat, con un aumento en la cobertura y densidad arbórea, y una consecuente disminución de la cobertura y diversidad de la vegetación herbáceo-arbustiva. Los cambios en las variables estructurales de la vegetación afectan, a su vez, la distribución de la fauna al limitar la oferta de refugio y alimento. En este sentido, la modificación de la vegetación influye sobre las especies de herbívoros y omnívoros. Consecuentemente, también afectan en distinta medida a las especies de carnívoros y a las interacciones entre las mismas .

En líneas generales, en los estudios realizados para la región se observó una disminución en la abundancia de las especies de herbívoros y omnívoros nativos dentro de las plantaciones, ya sean artrópodos, aves o roedores. Por otro lado, se encontró un aumento de la abundancia de las especies de herbívoros exóticos, particularmente de ciervo colorado y jabalí.

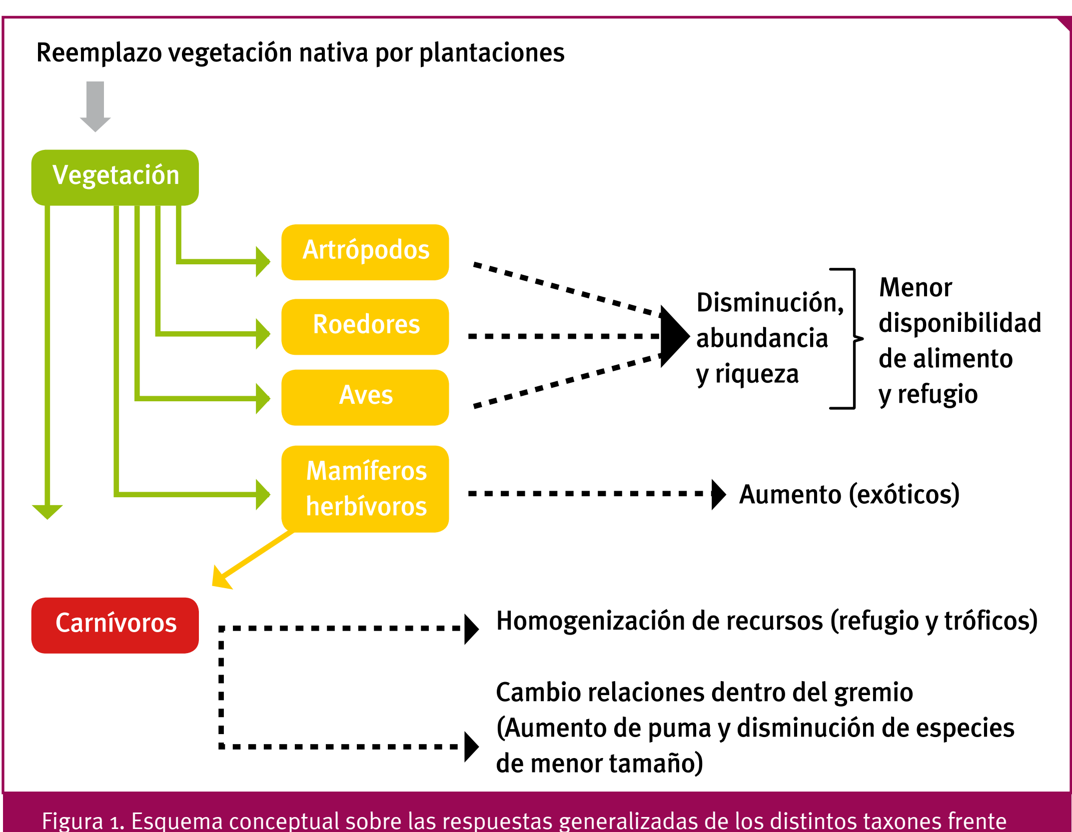


Figura 1. Esquema conceptual sobre las respuestas generalizadas de los distintos taxones frente al reemplazo de la vegetación nativa por plantaciones forestales.

CAJA 1

Los cambios en la vegetación

Los resultados de investigaciones recientes, han mostrado una reducción significativa tanto de la cobertura como del número de especies herbáceas y arbustivas dentro de plantaciones forestales con respecto a los ambientes nativos que estas reemplazan. Esto ocurre tanto en áreas de estepa, como en bosques de ciprés de la cordillera (*Austrocedrus chilensis*), ñire (*Nothofagus antarctica*), coihue (*Nothofagus dombeyi*) y roble pellín (*Nothofagus obliqua/ Lophozonia obliqua*). Estos estudios indican que dichos cambios están directamente relacionados con la densidad de la plantación. En las forestaciones que son manejadas tradicionalmente, a altas densidades, el dosel se cierra completamente entre los 15 y 20 años de edad de la plantación, lo cual reduce significativamente la entrada de luz e impide el crecimiento de la mayoría de las especies herbáceo-arbustivas. A este hecho, se suma que los residuos de poda y deshechos de raleo generalmente quedan en el lugar, lo cual aumenta de manera importante la cantidad de hojarasca y material leñoso muerto en el suelo, que por sus características físico-químicas y su escaso contacto superficial con los descomponedores del suelo, demora muchos años en degradarse. En cambio, en plantaciones ralas[2], en las cuales no se ha permitido el cierre del dosel, se ha encontrado que la reducción en la diversidad y cobertura de especies herbáceo-arbustivas es mucho menor (Figura 2).

Por otro lado, a diferencia de lo que ocurre en plantaciones de gran parte del mundo, en esta región, la preparación del sitio antes de plantar suele ser mínima e implica una muy baja remoción del suelo y la vegetación. Esto permite que las plantaciones jóvenes mantengan una cobertura y diversidad herbáceo-arbustiva similar a la del ambiente original. En este sentido, en plantaciones en las que la densidad de árboles se mantiene baja durante toda la rotación, evitando el cierre del dosel, se observó que numerosas especies nativas permanecen dentro de las mismas, lo cual implica un potencial alto de recuperación del sistema original. Las especies tienen diferentes tolerancias al sombreado. Así es como, en áreas de estepa, especies como *Stipa* spp., *Mulinum* spp. y *Acaena splendens* son susceptibles a sombreados intermedios, mientras que *Festuca* spp. y *Bromus* spp. presentan aún mejores tasas de crecimiento en ambientes con sombra moderada. En bosques de ciprés, en cambio, se ha registrado que las plantaciones de pino con coberturas arbóreas similares a los bosques originales, mantienen un sotobosque semejante al original, y algunas especies también resisten niveles de sombreado intenso.

Por lo tanto, según la información científica disponible, el reemplazo de la vegetación nativa por plantaciones de pino provoca una homogeneización de la cobertura y riqueza de especies de plantas, siendo las plantaciones ralas una situación intermedia entre la vegetación original y los pinares densos, tanto en ambiente de estepa como de bosque.

2. Se definen como plantaciones ralas a aquellas que presentan coberturas del dosel arbóreo menores al 80%, mientras que las plantaciones densas son aquellas que tienen una cobertura arbórea mayor al 80%.



Figura 2. Estado del sotobosque de vegetación nativa en plantación rala (izquierda), escaso en plantación densa (derecha).

CAJA 2

Los cambios en los artrópodos

Con respecto a los **artrópodos**, entre los que se encuentran los insectos, arácnidos y miriápodos, se ha encontrado una disminución en la diversidad de coleópteros en plantaciones de coníferas exóticas que han reemplazado a bosques nativos de coihue. También se registró que la abundancia y riqueza del ensamble de hormigas, conjunto de especies que explotan un nicho ecológico en un hábitat, disminuye al reemplazar estepas por plantaciones densas de pino; mientras que no se encontraron cambios en plantaciones ralas con presencia de sotobosque.
Por otro lado, en ambientes de estepa el impacto de las forestaciones sobre los grupos de coleópteros y hormigas que lo habitan depende de la edad de la forestación. En ambos casos, en plantaciones jóvenes (7 años) la riqueza y la abundancia se mantienen en valores similares a las que se encuentran en la vegetación nativa original que fue reemplazada. Sin embargo, en las plantaciones maduras disminuye la riqueza de especies de ambos grupos y aumenta la abundancia de unas pocas especies de coleópteros.

CAJA 3

Los cambios en los vertebrados

Las **aves** disminuyen su abundancia y riqueza en plantaciones densas, tanto en ambientes de estepa y bosque de ciprés, como en matorrales de ñire y bosques de coihue. A semejanza que lo observado para otros grupos taxonómicos, se ha determinado que la riqueza y abundancia de aves en plantaciones ralas fueron similares a las de bosques de ciprés; mientras que en las estepas se observó una disminución de estas variables, aunque con un efecto menor que en las plantaciones densas.

Por otro lado, cabe destacar que las plantaciones que se desarrollaron en ambientes de bosque y matorral presentaron ensambles de aves similares a los de la vegetación nativa original, pero los mismos estuvieron empobrecidos y dominados por especies tales como, el fio-fio (*Elaenia albiceps*), el rayadito (*Aphrastura spinicauda*), la ratona (T*roglodytes aedon*), y el zorzal (*Turdus falcklandii*). En ambiente de estepa, en cambio, se observó que las plantaciones promueven un reemplazo de especies de ambientes abiertos, tales como el canastero coludo (*Asthenes pyrrholeuca*), la diuca (*Diuca diuca*), la loica (*Sturnella loyca*), y el tero (*Vanellus chilensis*) por especies típicas de bosque, tales como como el fio fio y el zorzal.

La abundancia y el número de especies de **roedores** también disminuyen en plantaciones, en comparación con la vegetación nativa original. Por ejemplo, en estudios realizados en ambientes nativos se registraron siete especies de roedores, mientras que sólo tres en plantaciones. Esta disminución de roedores en las plantaciones se debe, entre otros factores, a la pérdida de cobertura herbáceo-arbustiva que le brinda sus requerimientos de alimento y refugio.

Según los estudios disponibles hasta el momento, las especies nativas de **mamíferos herbívoros** no utilizan las plantaciones ni los ambientes nativos circundantes a ellas. Por otro lado, algunas especies exóticas introducidas en la región, como el ciervo colorado (*Cervus elaphus*) y el jabalí (*Sus scrofa*), si mostraron una clara preferencia por las plantaciones de pino respecto a la vegetación nativa; mientras que la liebre europea (*Lepus europaeus*), también introducida, utilizó ambos tipos de hábitat en forma similar. El aumento en la abundancia de especies introducidas en las plantaciones forestales exóticas se puede atribuir a una mayor disponibilidad de refugio y/o alimento en estos ambientes, que podrían ser similares a los de su lugar de origen (Figura 3).

Los mamíferos carnívoros mostraron distintas respuestas al reemplazo de la vegetación nativa por plantaciones forestales. Por ejemplo, en la cuenca de Meliquina, provincia del Neuquén, se observó la presencia de cuatro especies de carnívoros.El gato montés (*Leopardus geoffroyi*) fue registrado en vegetación nativa, pero no fue posible encontrarlo en plantaciones. Esta especie utiliza ambientes con baja cobertura arbórea y con mayor abundancia de liebres. El zorro colorado (*Lycalopex culpaeus*) y el zorrino (*Conepatus chinga*) prefieren la vegetación nativa y sus abundancias son mayores que en las plantaciones. Dentro de un paisaje forestado utilizan las plantaciones de menor densidad. Asimismo, la presencia de zorro es más frecuente en sitios como mayor abundancia de liebre y riqueza de herbáceas. El puma (*Puma concolor*) utiliza en todos los tipos de hábitat; aunque en mayor medida los paisajes dominados por plantaciones. Esto probablemente se deba a la presencia de una mayor abundancia de presas (ciervo y jabalí) en estos ambientes. A su vez, su presencia en las forestaciones, podría estar determinando un menor uso por parte de carnívoros pequeños que estarían evitando ser predados (Figura 3).



Figura 3. Imágenes de especies de vertebrados registradas en plantaciones.

CAJA 4

Los cortafuegos como corredores

Se analizó si los cortafuegos de las plantaciones de la región podrían estar cumpliendo algún rol como conectores de biodiversidad (Figura 4). Para las aves, se estudiaron dos contextos, ambientes de estepa y bosque de ciprés; mientras que para mamíferos sólo se evaluó la transición entre estos dos ecosistemas. En estepa, la riqueza de aves fue máxima en la vegetación nativa, disminuyó en las plantaciones y fue mínima en los cortafuegos. Esto indica que los cortafuegos no serían valiosos para el tránsito de aves. En bosque de ciprés, en cambio, el número de especies fue similar en vegetación nativa y cortafuegos que no habían sido mantenidos y presentaban una alta cobertura arbustiva. En cambio, la riqueza de especies disminuyó en plantaciones y los cortafuegos fueron utilizados por especies que se verían favorecidas por la presencia de ambientes abiertos.

Para los roedores que fueron evaluados en áreas de ecotono estepa-bosque, la riqueza fue máxima en la vegetación nativa y disminuyó, fuertemente, tanto en plantaciones como en cortafuegos. En síntesis, estos últimos no estarían funcionando como corredores para roedores, posiblemente debido a la disminución de la cobertura arbustiva.

En cuanto a los mamíferos herbívoros exóticos, tanto el ciervo colorado como el jabalí aumentaron sus abundancias, con respecto a la vegetación nativa, en plantaciones y cortafuegos. Si bien los cortafuegos son utilizados por estas especies no funcionarían como corredores para ellas, dado que las tasas de tránsito a través de éstos son semejantes a las observadas en las plantaciones. A su vez, para la liebre europea los cortafuegos funcionarían como corredores, ya que se registró una mayor abundancia de esta especie que en las plantaciones y la vegetación nativa.

Finalmente, para los mamíferos carnívoros nativos, se observó que en el caso del zorro colorado y el gato montés los cortafuegos son efectivamente utilizados para circular entre ambientes forestados. En ambas especies la abundancia fue similar en la vegetación nativa y los cortafuegos, pero fue menor en las plantaciones. En el caso del puma no se encontraron diferen-

cias de abundancias entre los tres tipos de ambientes evaluados. A partir de estos trabajos se concluye que, si bien su rol depende de la especie y el contexto espacial considerado, los cortafuegos pueden utilizarse como una herramienta de manejo para favorecer la conservación de la biodiversidad. Cabe aclarar que el grado de mantenimiento de los cortafuegos en la región es variable y que, comúnmente, este no es intensivo; a diferencia de lo que ocurre en otras zonas del mundo, donde se remueve periódicamente toda la vegetación de los mismos. Esta situación local vinculada al manejo podría favorecer el uso de los cortafuegos por parte de la fauna.



Figura 4. Ejemplo de cortafuego entre plantaciones de pino y, al fondo, el paisaje natural.

En líneas generales, según los estudios que se han realizado hasta el presente en la región, las características estructurales de la vegetación de las plantaciones, particularmente la presencia de un estrato herbáceo-arbustivo, serían fundamentales para determinar los cambios en las comunidades ecológicas nativas. Por otro lado, también serían de importancia las características de la matriz de paisaje, siendo el impacto de las forestaciones mayor cuando el ambiente original reemplazado por éstas es estructuralmente muy diferente.

Por otra parte, el efecto neto de las plantaciones forestales sobre la biodiversidad depende fuertemente del tipo de uso del suelo. Es importante resaltar que los ecosistemas que son generalmente forestados en la región, no se encuentran en un estado ”prístino” sino que se encuentran en un estado de recuperación por haber sido sometidos a una serie de disturbios y modificaciones conrelación a sus condiciones ecológicas originales, durante el siglo pasado. En este sentido, posiblemente el impacto del reemplazo de estos ecosistemas que ya han sido alterados previamente, sea menor que para el caso de un ecosistema en su condición original, ya que la biodiversidad podría haber sufrido diversos cambios y, como consecuencia, podría estar representada por especies mejor adaptadas a los disturbios antrópicos.

ESTRATEGIAS PARA LA CONSERVACIÓN DE LA BIODIVERSIDAD A ESCALA DE PAISAJE Y SITIO

Es posible planificar acciones de manejo a campo que permitan compatibilizar la producción y la conservación de los recursos naturales, y que contribuyan así al mantenimientode una matriz ambiental bajo uso productivo que sea “amigable” para la vida silvestre y permita conectar áreas silvestres entre sí. Las distintas estrategias posibles deben ser consideradas teniendo en cuenta: el tipo de ecosistema que se reemplaza por forestaciones, los usos de la tierra próximos a ésta, la fauna y flora nativa presente en el lugar y sus requerimientos de hábitat, los patrones de los disturbios naturales, las regulaciones y expectativas públicas, y los objetivos de manejo de la plantación.

A continuación se detallan algunas prácticas de manejo que han sido estudiadas o probada para reducir las pérdidas de biodiversidad y mejorar la funcionalidad de los ecosistemas en áreas con plantaciones.

ESTRATEGIAS A ESCALA DE PAISAJE: MANTENIMIENTO DE LA CONECTIVIDAD Y HETEROGENEIDAD

Para contribuir con la conservación de la biodiversidad a escala de paisaje, resulta de gran importancia plantear un diseño de las forestaciones que promueva el mantenimiento de áreas con **vegetación natural** y la conectividad de las mismas, para favorecer la existencia de un mosaico de sistemas con estructura, composición y funciones similares a las originales. Dado que los requerimientos de hábitat varían según la especie, el nivel de conectividad necesario para un determinado paisaje dependerá de la especie a considerar.

Si bien resulta valiosa la incorporación de corredores de vegetación nativa, las plantaciones forestales por sí mismas también pueden cumplir un rol importante como hábitat para la flora y la fauna. En este sentido, si las condiciones de las plantaciones son “hostiles” al ambiente, es decir, que no contribuyen a mantener los atributos de hábitat que son requeridos por las especies nativas, los corredores de vegetación nativa cumplirán un rol fundamental para mantener conectado el paisaje y facilitar el movimiento de las especies entre parches de hábitat original. En cambio, si las condiciones de hábitat dentro de las plantaciones son adecuadas, su rol para la conservación de las especies nativas se verá incrementado y la importancia relativa de los corredores de vegetación nativa para lograr la conectividad de paisaje se verá reducida.

Por otro lado, dado que las diferentes **especies presentan distintos requerimientos de hábitat**, un paisaje diverso en cuanto a composición, funcionamiento y estructuras, promueve condiciones de hábitat adecuadas para una mayor diversidad de organismos. En este contexto, si bien cada rodal no necesita contener una gran diversidad de ambientes, es importante que dicha diversidad de componentes de hábitat se logre a escala de paisaje, mediante la generación de un mosaico de ambientes diferentes a partir del manejo. Cabe aclarar, que el rol que pueda cumplir una plantación forestal para la conservación de la biodiversidad dependerá fuertemente del contexto espacial en que se encuentre inserta. Por este motivo, antes de plantear cualquier práctica de manejo, es fundamental

definir con claridad dicho contexto, como así también la función que pueden cumplir las plantaciones forestales para la conservación en el mismo. En este sentido, es fundamental tener en cuenta qué tipo de vegetación nativa será reemplazada por la forestación y el cambio que esta producirá sobre el sistema original (Figura 5).



Figura 5. Plantaciones de pino en distintos contextos espaciales de la Patagonia. Izquierda: ambiente de bosque de ciprés de la cordillera. Derecha: ambiente de estepa.

Por otro lado, también resulta importante tener en cuenta la **historia de usos previos** de dicho paisaje y su estado de degradación a partir de los mismos. Diversos autores han demostrado que la composición y estructura de la vegetación del sotobosque de las plantaciones está determinada en mayor medida por los usos previos de la tierra (por ejemplo, corta de madera en un bosque nativo o agricultura), que por las prácticas de manejo a las que está sometida la plantación. Los sistemas degradados suelen presentar condiciones de hábitat más pobres, con menor diversidad de especies nativas y complejidad estructural. Una alternativa de manejo a escala de paisajes concentrar la producción forestal en áreas ya degradadas, que presentan poco valor para la biodiversidad, y focalizar los esfuerzos de conservación sobre los sistemas menos degradados. En estos casos, los efectos positivos de las plantaciones no sólo se relacionan con la generación de hábitats para las especies de fauna nativa, sino que también pueden tener efectos positivos sobre la calidad del suelo.

La conectividad y heterogeneidad del paisaje en las áreas forestadas se puede lograr a través de dos estrategias: (A) conservando elementos originales del paisaje, y (B) generando un diseño que maximice la heterogeneidad espacial de las plantaciones; tal como se desarrollará en los apartados siguientes.

Conservación de elementos originales del paisaje

Vegetación nativa

El mantenimiento de parches de vegetación nativa dentro del área a forestar contribuye con la conservación de una mayor diversidad de especies a lo largo de la rotación de las plantaciones. Además, estos parches representan una fuente de se-

millas, esporas o individuos que pueden re-colonizar las plantaciones,siendo importantes para las especies que son sensibles y pueden verse afectadas de forma adversa por las nuevas condiciones de hábitat creadas por la plantación; por otra parte son útiles para especies con capacidades de colonización limitadas. El área total de parches remanentes de vegetación nativa debería ser proporcional a la extensión de la plantación a escala de paisaje y/o regional. No obstante, los parches de pequeño tamaño (a partir de 0,5 ha) también son valiosos y se debe promover su conservación, incluso si se encuentran aislados. Para que estos remanentes de vegetación nativa puedan cumplir una función en términos de conservación de la biodiversidad, no deben ser afectados por otros usos adicionales, tales como la extracción de madera o el pastoreo del ganado.

Las plantaciones grandes (mayores a 1000 ha) deberían contener, al menos, un 30% de su superficie cubierta por parches remanentes de vegetación nativa. En caso de no existir dicho porcentaje de parches con vegetación nativa, sería deseable realizar esfuerzos de restauración para lograr un mosaico de plantaciones y remanentes de vegetación nativa de esas características.

Corredores y otras estructuras para mantener la conectividad

Considerando la superficie de cuencas forestales como unidad de análisis, se considera que el paisaje está conectado cuando más del 50% de su superficie es apta para la supervivencia de especies autóctonas. Sin embargo, este porcentaje puede ser menor si las especies involucradas tienen habilidades para habitar o atravesar áreas de menor aptitud. Cabe aclarar, que este criterio de conectividad del paisaje no implica que no se pueda intervenir dicha área. Por el contrario, es posible que parte del área que es "apta" para la biodiversidad se encuentre bajo uso productivo, siempre y cuando se contemple un manejo que favorezca su conservación.

En los casos en que el paisaje intervenido sólo contenga áreas aisladas de ambientes nativos, existen otras estrategias para lograr mejorar la estructura del paisaje y favorecer la conservación de la biodiversidad. El diseño de un paisaje interconectado se puede lograr a través del mantenimiento de fajas o **corredores** de hábitat que sean aptos para la vida silvestre y comuniquen sitios remanentes de vegetación nativa entre sí (Figura 6). Si bien se suele considerar 100 m un ancho apropiado, el ancho mínimo necesario para que un corredor sea funcional es complejo de establecer, pues depende de diversos factores, tales como: el largo del corredor, la continuidad y calidad del hábitat dentro del mismo, la posición topográfica en el corredor y el tipo de vegetación circundante.

Por otro lado, cada especie requiere un tamaño de corredor particular, que está estrechamente ligado a su área de acción o *"home-range"*. Como regla general, cuanto mayor sea el tamaño corporal de la especie y más dependiente de la proteína animal sea su dieta, mayor será su área de acción. Por lo tanto, se deben diseñar corredores en base al conocimiento biológico de los requerimientos de hábitat de las especies más relevantes que habitan en el área de planificación. También se debe tener en cuenta que, para ser efectivos, los corredores más largos deben ser más anchos que los cortos.

La mayoría de las especies no utilizan la zona de los corredores que limita con el área bajo uso productivo (borde). Entonces, debe tenerse en cuenta que este efecto de "borde" reduce el ancho real del corredor y, aumenta la vulnerabilidad de las especies asociadas al mismo. El efecto borde será mayor cuanto mayor sea la diferencia estructural entre la vegetación del corredor y los sistemas que lo rodean.

Los diseños de conexión de hábitat conocidos como **corredores discontinuos o "stepping stones"**, formados por parches aislados de vegetación nativa que están cercanos entre sí, también pueden resultar útiles para algunas especies. En particular, resultan valiosos para aves que tienen la capacidad de volar. Pero este diseño no es el más adecuado cuando se requiere que el paisaje esté conectado para especies que presentan diferente grado de movilidad.

En Patagonia, se ha demostrado que los cortafuegos entre plantaciones representan estructuras relevantes como corredores para la fauna. Bajo las prácticas de manejo tradicional, los cortafuegos ocupan, comúnmente, una superficie que fluctúa entre un 5 y 10% del área forestada y ofrecen una oportunidad valiosa y poco costosa para mantener conectados los hábitats nativos.

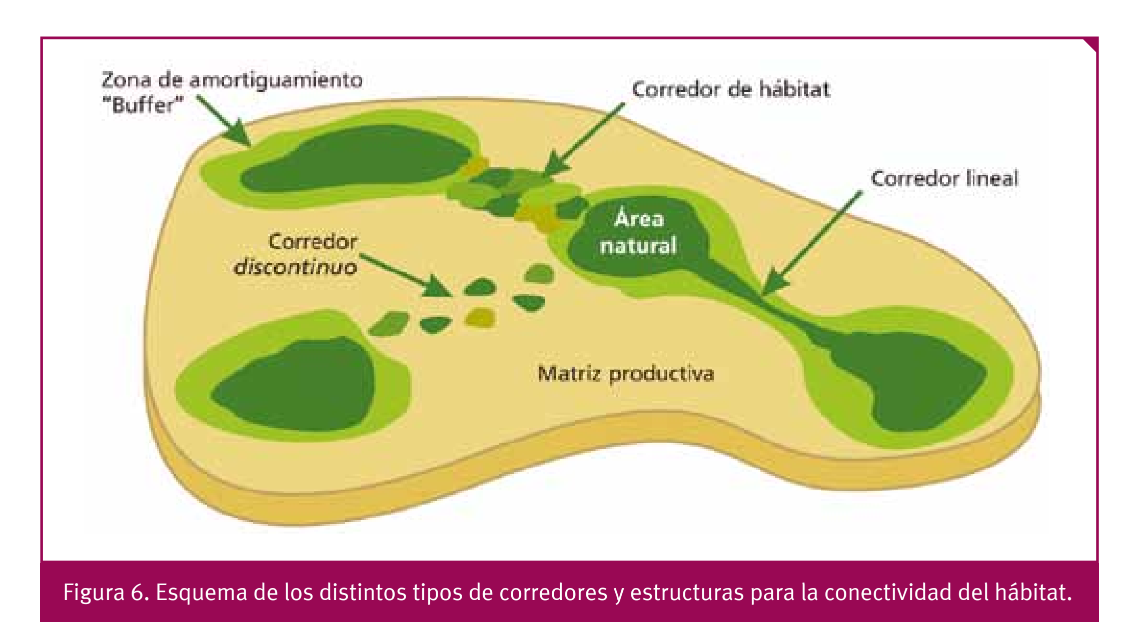


Figura 6. Esquema de los distintos tipos de corredores y estructuras para la conectividad del hábitat.

Heterogeneidad en el diseño y disposición espacial de las plantaciones

Las plantaciones suelen ser estructural y funcionalmente muy homogéneas. Esto promueve una disminución de la diversidad de ambientes dentro de las mismas y, a su vez, limita las posibilidades de que sean utilizadas por especies de flora y fauna que requieren de una mayor complejidad estructural de ambientes. Por lo tanto, aumentar la heterogeneidad de hábitats en el diseño de la forestación y en la disposición espacial de las plantaciones resulta una estrategia de gran importancia para incrementar su valor como hábitat potencial para la biodiversidad. Si bien cada forestación es homogénea

internamente, la aplicación de diferentes fechas de plantación, formas o intensidades de manejo en cada una de ellas, como así también su diferencia en tamaño y forma, generan heterogeneidad entre las plantaciones presentes en una misma área. Entonces, esta estrategia de conservación de la biodiversidad en paisajes forestales productivos se basa en generar un mosaico de plantaciones diferentes entre sí, a escala de paisaje.

Tamaño y forma de las plantaciones

El tamaño y la forma de un parche de plantación determinan cómo los rodales interactúan entre sí y con la vegetación original remanente que los circunda. A mayor tamaño de parche de plantación, mayor será la homogeneidad, tanto a escala de paisaje (menor diversidad de parches distintos), así como también en las condiciones interiores del parche (menor efecto de borde), y por lo tanto, existirá una menor diversidad de hábitats para las especies de flora y fauna silvestres. En ese sentido, el establecimiento de parches de plantación de menor tamaño y la creación de irregularidades en la forma de las plantaciones, favorecen la presencia de una mayor proporción de bordes y claros.

Es importante destacar que el aumento de la superficie de bordes, genera una situación de compromiso. Si bien una mayor irregularidad de la forma de las plantaciones favorece su diversidad, esto también puede tener un efecto negativo sobre la vegetación lindante, ya que se podría generar una mayor superficie de hábitat natural que está alterada por el contacto con la forestación. Por ello, en cada caso habría que evaluar el valor relativo de la vegetación remanente que circunda a una forestación. Si se tratase de un ambiente natural de valor para la biodiversidad, sería más adecuado reducir la superficie de contacto. En el caso de un ambiente degradado de menor valor, al aumentar la superficie de contacto se podría generar una diversidad de hábitats potenciales de utilidad para la biodiversidad.

Edad de los rodales

Las plantaciones van modificando su estructura a lo largo de la rotación y, por ende, los tipos de ambientes internos que se van generando en el tiempo. Por lo tanto, la heterogeneidad a escala de paisaje se puede lograr también intercalando rodales de distintas edades, lo cual puede favorecer simultáneamente tanto a las especies que prefieren plantaciones jóvenes, como a las que prefieren las condiciones de plantaciones maduras. Esta acción de manejo también reduce el impacto generado en los momentos de cosecha, pues en lugar de actuar al mismo tiempo sobre toda el área bajo uso, sólo se van afectando parches de menores dimensiones cada año.

Especies plantadas

Se puede favorecer la heterogeneidad generando mosaicos de distintas especies, particularmente de especies que difieran estructuralmente, ofreciendo así una mayor diversidad de recursos para las especies de fauna y flora nativa. Cabe aclarar que en la región patagónica, se tiene muy pobre conocimiento del efecto de la especie plantada sobre la

biodiversidad. Actualmente, la mayor parte de la superficie forestada está compuesta de rodales monoespecíficos de pino ponderosa (*Pinus ponderosa*), y en menor medida también otras especies del genero *Pinus* y el pino oregón (*Pseudotsuga menziessi*). Es decir, todas coníferas estructuralmente similares, lo cual provoca una homogeneidad estructural del paisaje forestado. En ese sentido, sería deseable poder contar con un mayor número de plantaciones de especies de estructura diferente a futuro, para poder evaluar en qué medida la diversidad estructural puede favorecer a la biodiversidad.

Manejo silvícola

Otra práctica de manejo más compleja, que se aplica en algunas partes del mundo para aumentar la heterogeneidad de las plantaciones a escala de paisaje, es el “raleo a densidades variables”. Esta práctica implica variar la intensidad de raleo a lo largo de una escala ecológicamente apropiada (tal como 0,1 a 0,5 ha) para generar un mosaico de parches con diferentes intensidades de raleo o poda. Sería posible, por ejemplo, intercalar áreas con diferentes objetivos de producción (partículas, postes o madera de calidad), que están asociados a diferentes manejos silvícolas. De este modo, al promover el crecimiento de los árboles a distintas tasas, se lograría una mayor complejidad del paisaje.

Cosecha

La heterogeneidad a escala de paisaje también está determinada por el patrón espacial de las áreas bajo cosecha. La cosecha es una de las actividades que podría impactar de manera más severasobre la biodiversidad. Además de su efecto sobre la fauna, el cambio estructural y los niveles de ruido, también existe un efecto intenso sobre el suelo que debería ser minimizado. Tanto el efecto del tránsito de vehículos sobre la compactación y pérdida de la estructura del suelo como la reducción de la cobertura arbórea, que aumenta el riesgo de erosión, son muy nocivos. Tradicionalmente, se promueve la dispersión espacial de los rodales sometidos a cosecha, de modo de que estos impactos no se concentren en una sola área. Cortas sucesivas de plantaciones densas, en lugar de talas rasas, favorecerían el crecimiento del sotobosque remanente reduciendo el potencial de erosión del suelo y la pérdida de diversidad asociada al mismo.

Existen otras prácticas de manejo a escala de paisaje que ya fueron contempladas en el apartado de “estrategias a escala regional”, como el cuidado de ambientes de alto valor, entre los que se destacan las “áreas riparias” o márgenes de curso y cuerpos de agua. Si bien estos ambientes se suelen contemplar en una visión ecorregional, la escala espacial más adecuada es la de paisaje. De hecho, los márgenes de cursos de agua son considerados como los corredores más ampliamente utilizados en los diseños de paisajes de conservación.

Debe aclararse que para la región patagónica, tampoco se tiene conocimiento de los efectos de la **cosecha** sobre la biodiversidad. Debido a que en la actualidad la gran mayoría de las plantaciones de la región se encuentra en la primera rotación, y aún no ha llegado al turno de corta, el impacto de esta actividad es desconocido. En la medida en

que mayores superficies de las forestaciones existentes entren en turno de corta, resultará de importancia poner en práctica distintos métodos de cosecha, para determinar cuáles presentan menores impactos sobre la biodiversidad.

Usos alternativos de las plantaciones

A través del fomento de usos alternativos de las plantaciones, se puede promover la heterogeneidad de las mismas y generar una mayor diversidad de ambientes para las especies nativas. Como ya se mencionó, además de la actividad forestal tradicional para la producción de madera o partículas, se pueden promover otros usos alternativos como el silvopastoril, la extracción de hongos, el uso recreativo y la protección del suelo, entre otros.

ESTRATEGIAS A ESCALA DE SITIO: MANTENIMIENTO DE LA COMPLEJIDAD ESTRUCTURAL

De manera ideal, las prácticas de manejo para favorecer la biodiversidad a escala de rodal deben promover una mayor heterogeneidad estructural y generar una estructura de la vegetación dentro de la plantación lo más similar posible a la de la vegetación que fue reemplazada. Por ello, las prácticas propuestas para forestaciones que reemplazan bosques serán completamente distintas a aquellas que reemplazan pastizales.

Para lograr un aumento de la complejidad se pueden manejar distintas variables silvícolas, tales como: la preparación del sitio, la densidad de plantación, la especie plantada, los raleos, las podas, la duración de la rotación y los métodos de cosecha, que determinan en gran medida la tasa de desarrollo del rodal, el momento de cierre del canopeo y cambios en la arquitectura de los árboles y la estructura del rodal. Las estrategias para lograr una mayor diversidad y complejidad estructural del rodal se pueden separar en dos tipos, **(A)** aquellas focalizadas a **conservar legados biológicos del sistema original**, que promuevan una estructura y composición del rodal lo más similar posible al sistema original; **(B)** aquellas focalizadas en **generar nuevas estructuras** mediante el manejo silvícola del rodal, de modo de hacerlo más heterogéneo.

Conservación de legados biológicos

La incorporación de “legados biológicos” (organismos vivos y sustratos de origen orgánico -como troncos y tocones- que persisten del ecosistema original) dentro de las plantaciones se considera crítica para mejorar la diversidad estructural del rodal. Es importante tener en cuenta que los legados a dejar dependerán del tipo de ambiente reemplazado.

Vegetación herbáceo-arbustiva original

Uno de los principales factores que determina el uso de las plantaciones por parte de la fauna es la cobertura y diversidad de vegetación del estrato herbáceo-arbustivo (Figura 7). El desarrollo del sotobosque se encuentra limitado principalmente por la preparación

del sitio y por la disponibilidad de luz dentro de la forestación. En Patagonia, se ha identificado que, a escala de sitio, la cobertura y diversidad del sotobosque es la principal variable que determina el uso de las plantaciones por parte de los animales silvestres. Por lo tanto, todas aquellas prácticas que favorezcan el desarrollo de una mayor cobertura y diversidad del sotobosque son fundamentales para mejorar la calidad del hábitat para especies silvestres dentro de las plantaciones.

Es deseable que la preparación del sitio sea de intensidad baja o moderada, de forma tal que permita conservar al menos una parte de la cobertura herbáceo-arbustiva original. Por otro lado, la d**ensidad de árboles** plantados también influye sobre el estrato herbáceo-arbustivo. Las plantaciones de esta región son, típicamente, de altas densidades (1100 a 1600 árboles por hectárea). Bajo estas condiciones, el dosel arbóreo se cierra rápidamente, impidiendo el desarrollo del sotobosque. En este sentido, las prácticas de manejo que permitan mantener coberturas del canopeo bajas a intermedias, a lo largo de toda la rotación (plantaciones a menores densidades o podas y raleos antes del cierre del dosel), promueven el desarrollo de una mayor cobertura y riqueza.

Para plantaciones de *P. ponderosa* del noroeste de la región patagónica, se estimó que la principal especie herbácea, *Festuca pallescens*, tiene un umbral crítico de supervivencia vinculado a una cobertura arbórea del 70%. Por lo tanto, se recomienda regular dicho umbral a través de prácticas silvícolas de raleo.



Figura 7. Plantación de pino con alta cobertura de sotobosque herbáceo nativo.

Restos forestales y árboles nativos remanentes

En las plantaciones que fueron establecidas sobre sistemas que originalmente eran bosques, resulta de gran importancia conservar troncos, tocones, ramas en el suelo y árboles muertos caídos o en pie. Estas estructuras son importantes tanto para la fauna, ya que funcionan como refugios, sitios de nidificación y alimentación, como para la instalación de especies vegetales.

También resulta de gran importancia, si se remplazan ambientes de bosque o arbustales por forestaciones, conservar algunos árboles o arbustos nativos maduros de gran diámetro, ya sea individuos dispersos, en grupos o en fajas lineales. Estos pueden actuar como fuente de semillas para la regeneración, refugio y alimento para muchas especies animales. Los árboles maduros, proveen además perchas y estructuras de nidificación para las aves.

Cabe aclarar que en Patagonia no existe información sobre el rol que podrían cumplir estos legados para la biodiversidad. Debe tenerse en cuenta que estas prácticas serían relevantes únicamente para las plantaciones que se establecen en ambientes de bosque y matorrales. En cambio, no lo serían para las estepas, que es el tipo de ambiente que en la actualidad es más reemplazado por plantaciones en la Patagonia.

Generación de nuevas estructuras

Existen muchas opciones asociadas al manejo silvícola de las plantaciones que permiten generar una mayor diversidad de estructuras dentro de las mismas y, por lo tanto, una mayor diversidad de hábitats para las especies nativas.

Desarrollo del estrato herbáceo-arbustivo

Es común que durante la preparación del sitio para una forestación, o debido a disturbios o usos previos de la tierra, se provoque una eliminación completa del estrato herbáceo-arbustivo antes del establecimiento de la plantación. En estos casos, es deseable generar las condiciones propicias para que la vegetación de dicho estrato se vuelva a instalar. Para esto, tal como se describió en la sección anterior, es necesario mantener una cobertura arbórea baja a intermedia mediante el establecimiento de plantaciones a menores densidades o la aplicación de raleos antes del cierre del dosel, manteniendo en las cercanías áreas que puedan actuar como proveedoras de semillas para la recolonización.

Diversidad de especies plantadas

Una forma de generar una mayor complejidad estructural y funcional dentro de las forestaciones, es a través de la planificación de plantaciones mixtas, particularmente compuestas por especies que son estructuralmente distintas, teniendo en cuenta la habilidad competitiva de ellas.

A su vez, el uso de especies de árboles nativos con buenos rendimientos en volumen o calidad de madera en la plantación, puede generar una mejor oferta de hábitat para la fauna nativa, en particular si las especies seleccionadas proveen frutos, néctar o cavidades para las especies que dependen de estos recursos. Sin embargo, hay que tener en cuenta que estas plantaciones presentan características similares a las de las especies exóticas, en cuanto a la homogeneidad interna (distribución en el espacio de las plantas, coetaneidad, ausencia de árboles maduros y similitud genética), que contribuyen a reducir la habitabilidad de estos sistemas productivos.

Desarrollo estructural y composicional de etapas tardías de la plantación

El manejo de rotaciones cortas limita el nivel de complejidad de la estructura que la plantación puede lograr. Suelen presentar menos estructuras que son hábitat para la fauna y son típicas de los bosques maduros, tales como la presencia de madera muerta, troncos de gran diámetro o desarrollo de sotobosque. Por otro lado, mayores períodos de tiempo entre las cosechas reducen la frecuencia de disturbios asociados a las mismas en el suelo, el agua, la fauna y otros componentes ecosistémicos.

Tampoco existe información en la región patagónica sobre la importancia que podrían tener estas prácticas para la biodiversidad. Como ya se ha descripto, la gran mayoría de las plantaciones de la región tienen menos de 30 años y sólo en muy pocos casos han alcanzado edades avanzadas. Esta práctica requiere ser puesta a prueba para evaluar si es válida para mejorar la calidad de las plantaciones para la fauna y flora local.

SÍNTESIS Y CONSIDERACIONES FINALES

Las experiencias locales demuestran que para promover el uso de los paisajes forestados por las especies nativas, se requiere la aplicación de **estrategias que contemplen simultáneamente el manejo de las forestaciones a las escalas espaciales de paisaje y sitio**. De esta forma, las especies que son parcialmente afectadas por la presencia de las plantaciones, tales como el zorro colorado, el zorrino, varios roedores, aves e insectos pueden verse favorecidas por un manejo de las forestaciones a escala de rodal, el cual contribuiría a que estos sistemas sean más permeables para ellas. Por otro lado, especies con mayores requerimientos de hábitat, como el gato montés, no utilizarían las forestaciones independientemente del manejo silvícola que presenten, por lo cual se requiere de un manejo del hábitat a escala de paisaje que contribuya a generar una mayor heterogeneidad, como la presencia de cortafuegos o remanentes de vegetación nativa conectados entre sí.

En la Región Norpatagónica, muchos ambientes han sufrido el efecto del fuego y el sobrepastoreo. Es así como extensas áreas que en la actualidad presentan vegetación de estepa, fueron en el pasado bosques, observándose en algunas oportunidades escasos remanentes de aquella. Es el caso de individuos de ciprés remanentes en los pedreros de las cimas de las laderas, o de coihue en los márgenes de los cursos de agua. Las plantaciones forestales traen asociada, en la mayoría de las situaciones, la reducción del pastoreo. Esto favorece el retorno de la vegetación preexistente (ver caja 1).

A continuación se presenta una lista de recomendaciones de prácticas de manejo concretas para promover las variables que se identificaron como más relevantes para favorecer la conservación de la biodiversidad en paisajes forestados de la Patagonia, tanto a escala de sitio como de paisaje (Tabla 1). Debe tenerse en cuenta que estas propuestas están basadas en la información existente en la actualidad, la cual está más desarrollada para algunas especies y tipos de ambientes que para otros. Por lo tanto, las mismas deberán ponerse a prueba y ajustarse en la medida que se obtenga más conocimiento.

Tabla 1. Ejemplos de prácticas de manejo sugeridas para promover la conservación de la biodiversidad, con especial énfasis en especies de carnívoros, en plantaciones de la Patagonia. Las mismas se basan en estudios realizados en la región. Se indican también las potenciales especies favorecidas directamente a partir de su aplicación.

Escala	Variable relevante	Recomendaciones
PAISAJE	PARCHES DE VEGETACIÓN NATIVA	Práctica: conservación de parches de vegetación nativa entre plantaciones. Entre 2 - 3 parches de al menos 30 ha en áreas de 7 km².
		Especies favorecidas: vegetación, insectos, aves, roedores y carnívoros.
	PROPORCIÓN DE VEGETACIÓN NATIVA EN EL PAISAJE	Práctica: generar un mosaico de parches de vegetación nativa y forestaciones, para asegurar la existencia de al menos un 20-30% de superficie de vegetación nativa conectada entre sí en áreas de 9 km².
		Especies favorecidas: vegetación, insectos, aves, roedores y carnívoros.
	CORTAFUEGOS	Práctica: diseño del establecimiento de cortafuegos que queden conectados entre sí y con los ambientes de vegetación nativa. Los cortafuegos deben tener un ancho de al menos 30 m y representar el 10% del área plantada.
		Especies favorecidas: algunas especies de insectos, aves y carnívoros.
SITIO	DIVERSIDAD Y COBERTURA HERBÁCEA DENTRO DE LAS PLANTACIONES	Práctica: manejo de al menos el 30% de los rodales a densidades arbóreas que no permitan el cierre del dosel arbóreo a lo largo de toda la rotación (cobertura arbórea menor al 70%). Para esto es necesario una densidad inicial de plantación de 1111 árboles/ha; un primer raleo a los 15 años para llevar a la plantación a una densidad de 300 – 500 árboles/ha; un segundo raleo a los 30 años para lograr una densidad de 75 árboles/ha; y una cosecha final a los 35 años.
		Especies favorecidas: insectos, aves, roedores y carnívoros.

BIBLIOGRAFÍA

Brockerhoff, E. 2005. Contribution of planted forests to biodiversity: considerations al the landscape level. IUFRO International Conference: Biodiversity and conservation biology in Plantation Forests, Bordeaux, France, pgs. 22- 23

Brockerhoff, E.; H. Jactel; J. Parrotta; C. Quine y J. Sayer. 2008. Plantation forests and biodiversity: oxymoron or opportunity? Biodiversity and Conservation, 17 (5):925-951.Carnus J, Parrotta J, Brockerhoff E, Arbez M, Jactel H, Kremer A, Lamb D, OHara K, Walters B. 2006. Planted forests and biodiversity. Journal of Forestry 104 (2):66-77

Fahrig, L. y G. Merriam. 1994. Conservation of fragmented populations. Conserv. Biol. 8: 50.

Franklin, J. y D. Lindenmeyer. 2009. Importance of matrix habitats in maintaining biological diversity. PNAS 106 (2): 349-350.

Humphrey, J.W., Newton, A.C., Peace, A.J., y Holden, E. 2000. The importance of conifer plantations in northern Britain as a habitat for native fungi. Biological Conservation 96: 241–252.

Lantschner MV. 2012. Efecto de las forestaciones sobre el uso de hábitat y la disponibilidad de recursos de mamíferos carnívoros nativos en el NO Patagónico. Escuela para Graduados “Alberto Soriano”, Facultad de Agronomía, Universidad de Buenos Aires,

Lantschner, M.V. y V. Rusch. 2007. Impacto de diferentes disturbios antrópicos sobre las comunidades de aves de bosques y matorrales de Nothofagus antarctica en el NO Patagónico. Ecología Austral, 17:99-112.

Lantschner, M.V.; V. Rusch y C. Peyrou. 2008. Bird assemblages in pine plantations replacing native ecosystems in NW Patagonia. Biodiversity and Conservation, 17 (5):969-989.

Lantschner, M.V.; V. Rusch y J.P. Hayes. 2011. Influences of pine plantations on small mammal assemblages of the Patagonian forest-steppe ecotone. Mammalia, 75 (3):249-255.

Lantschner, M.V.; V. Rusch y J.P. Hayes 2012. Habitat use by carnivores at different spatial scales in a plantation forest landscape in Patagonia, Argentina. Forest Ecology and Management 269:271-278.

Lantschner, M.V.; V. Rusch y J.P. Hayes 2013. Do exotic pine plantations favour the spread of invasive herbivorous mammals in Patagonia? Austral Ecology 38 (3):338-345

Lindenmeyer, D. y J. Franklin. 2002. Conserving Forest Biodiversity: a comprehensive multiscale approach. Island Press.

Lindenmayer, D.B. 2002. Plantation Design and Biodiversity Conservation. Rural Industries Research and Development Corporation. Canberra, Australia.

Miller, K.R. 1996. Conserving Biodiversity in Manager Landscapes. En: Szaro, R.C. y D. Johnson. Biodiversity in Managed Landscapes: Theory and Practice. Oxford University Press, New York.

Noss, R. y A. Cooperrider. 1994. Natures Legacy: Projecting and restoring biodiversity. Defenders of Wildlife and Island Press, Washington.

Ricketts, T., 2001. The Matrix Matters: Effective Isolation in Fragmented Landscapes. The American Naturalist 158 (1): 87- 99.

Rockström, J. et al. 2009. Planetary Boundaries: Exploring the Safe Operating Space for Humanity. Ecology and Society, 14(2): 32. TURNER, M.; R. GARDINER y R. O´NEIL. 2001. Landscape Ecology in theory and practice. Springer, New York

Rockström J., W. Steffen, K. Noone, Å. Persson, F. S. Chapin, III, E. Lambin, T. M. Lenton, M. Scheffer, C. Folke, H. Schellnhuber, B. Nykvist, C. A. De Wit, T. Hughes, S. Van der Leeuw, H. Rodhe, S. Sörlin, P.K. Snyder, R. Costanza, U. Svedin, M. Falkenmark, L. Karlberg, R. W. Corell, V. J. Fabry, J. Hansen B. Walker, D. Liverman, K. Richardson, P. Crutzen, and J. Foley. 2009. Planetary boundaries: exploring the safe operating space for humanity. Ecology and Society 14(2): 32.

Rusch V, Sarasola M, Corley JC, Schlichter TM.2004. Sustentabilidad de las Plantaciones de Coníferas Introducidas en la región Andino Patagónica: Biodiversidad e Invasión. Proyecto PIA 01/00, SAGPyA. Bariloche, Argentina

Rusch V.; A. Vila; B. Marqués, M.V. Lantschner. 2015. Conservación de la biodiversidad en sistemas productivos. Fundamentos y prácticas aplicadas a forestaciones del noroeste de la Patagonia. Buenos Aires, UCAR. 131 p.

Turner, M.G., Gardner, R.H., y O'Neill, R.V. 2001. Landscape Ecology in Theory and Practice: Pattern and Process. Springer Verlag, New York.

Vila A. y V. Rusch. 2006. Sistema de información geográfica. En RUSCH V. y VILA A. “Información de base sobre biodiversidad y plantaciones forestales en el NO de la Patagonia”. Parte II. Informe interno SAGPyA, Proyecto forestal de Desarrollo.

Vila, A.R.; A. Pérez; M. Funes; C. Úbeda; V. Rusch; J. Ayesa y F. Jara. 1999. Memoria del taller “Análisis de la Biodiversidad y Conservación de la Eco-región Valdiviana”. Boletín técnico Nº 52, FVSA.

WWF. 2000. The Biodiversity Vision. Valdivian Temperate Forest Ecoregion, Chile & Argentina. Borrador.



LA CANTIDAD Y CALIDAD DEL AGUA

AUTORES: Javier E. Gyenge, Mariana N. Weigandt, Verónica Rusch, María Elena Fernández

Revisora: Sara Castañeda

4

Cómo se cita este capítulo:

Gyenge J.E., M.N. Weigandt, V.E. Rusch, M.E. Fernández. 2015. La cantidad y calidad del agua. Manual de Buenas Prácticas para el manejo de plantaciones forestales en el noroeste de la Patagonia. Editores: L. Chauchard, M.C. Frugoni, C. Nowak. Editorial Buenos Aires. Cap. 4. p: 93-106



INTRODUCCIÓN

Los ambientes de agua dulce son claves en todo el mundo, por su valor como ecosistemas, y por ser la provisión de un recurso esencial para el uso del hombre: para consumo, producción de alimentos o fibras, o eliminación de desechos, entre otros. Es por eso que los usos que se le den al recurso y la calidad que posean, son temas a tener en cuenta a la hora de planificar el uso del territorio.

Son dos los principales elementos que deberán ser tenidos en cuenta a la hora de planificar las plantaciones: la cantidad de agua que pueden producir las cuencas forestadas y la calidad que poseerá el recurso hídrico debido a las actividades que se realizarán.

RENDIMIENTOS HÍDRICOS: INTERACCIÓN ENTRE BOSQUES Y AGUA EN EL NOROESTE DE LA PATAGONIA

Uno de los potenciales conflictos ambientales relacionados con las plantaciones forestales se refiere al consumo de agua por parte de las mismas. Las plantaciones podrían reducir la disponibilidad de este recurso en las porciones inferiores de las cuencas. En este apartado del capítulo, se analiza la información existente al respecto y se brindan recomendaciones para minimizar los potenciales efectos negativos de dichas forestaciones.

EL AGUA EN EL GRADIENTE DE PRECIPITACIONES

El balance hídrico de un sitio está determinado por los ingresos y egresos de agua al sistema (Figura 1). Entre los ingresos podemos mencionar las precipitaciones y las corrientes de agua que llegan a un determinado lugar desde zonas más altas, por la superficie o por la matriz del suelo (importación por escurrimiento superficial y sub-superficial y profundo). A la vez, existen salidas de agua del sistema tales como el escurrimiento mencionado, pero esta vez exportando el agua desde el sitio considerado hacia zonas más bajas, sumado al agua que parte como vapor, mediante los procesos de evaporación (desde el suelo o las superficies vegetales) y transpiración (a través de los estomas de las plantas); todas las salidas o exportaciones en conjunto que se producen en un lugar conforman el flujo de "evapotranspiración" (Figura 1). De esta manera, en áreas de montaña, existe una fuerte relación entre el tipo de vegetación presente y sus tasas de transpiración, la cantidad de agua que el sistema no empleará y podrá escurrir o drenar, y ser entonces empleado aguas abajo.

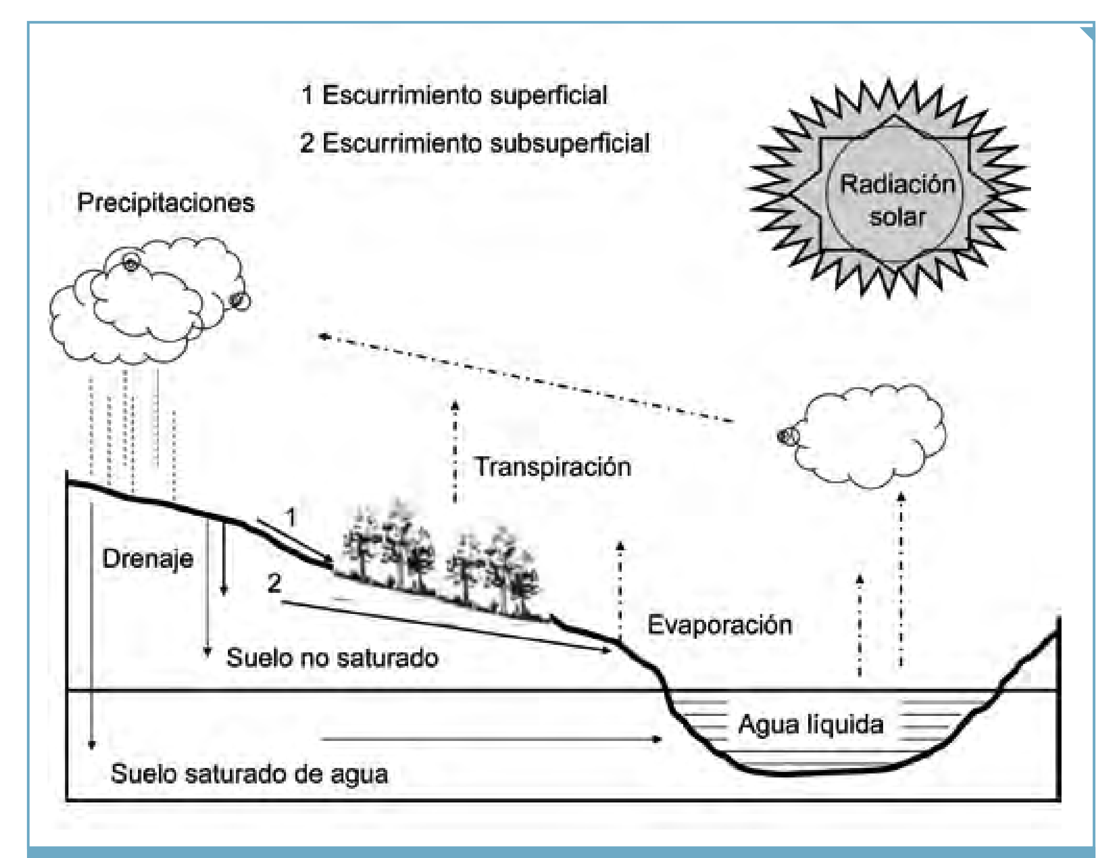


Figura 1. Ciclo del agua. En líneas punteadas se representan los flujos gaseosos (vapor) mientras que en líneas llenas los flujos líquidos.

A su vez, en el caso particular del Noroeste de la Patagonia, existe un fuerte gradiente de precipitaciones desde la Cordillera de los Andes hacia la estepa (por ejemplo, cambios desde 3000 mm a 500 mm de precipitación media anual (PMA) en 80 km de distancia; Kitzberger *et al.* 1999. Los cambios en las tasas de evapotranspiración por reemplazo, extracción o introducción de especies forestales determinarán cambios positivos o negativos en el balance hídrico final del sitio, aunque dependiendo también del gradiente pluviométrico.

USO DE AGUA DE BOSQUES-PLANTACIONES Y PASTIZALES EN UNA ESCALA REGIONAL

Existe una relación entre evapotranspiración anual (evaporación del suelo más transpiración de las plantas) de un ecosistema vegetal y la precipitación media del lugar. Un modelo simple y de alta precisión (*Zhang et al 2001*) se puede construir teniendo en cuenta tres factores:

a) la evapotranspiración potencial del ecosistema,

b) la precipitación y,

c) la cobertura de bosques.

Este modelo estima la evapotranspiración anual de una cuenca (*ET*) como la suma de la evapotranspiración anual de la vegetación herbácea (incluyendo la del suelo) y la del bosque. Este modelo aplicado en la región NO de la Patagonia, arrojó valores muy cercanos de evapotranspiración a los estimados por otros métodos en forestaciones de pino ponderosa (*Pinus ponderosa*) y ciprés de la cordillera (*Austrocedrus chilensis*) ubicadas en esta región (*Licata et al 2011*) (Figura 2). El modelo predice que hasta un valor de aproximadamente 400 mm de precipitación media anual la tasa de consumo de agua es similar entre los ecosistemas "pastizal" y "bosque". A partir de dicho valor, se observa una mayor evapotranspiración de los bosques que de los pastizales.

En esta escala de análisis, se percibe que en regiones con menor nivel de precipitaciones, las especies forestales tenderían a usar toda el agua disponible afectando negativamente la generación de excedentes hídricos. Por otro lado, la extracción de la cobertura boscosa podría producir un incremento de excedentes hídricos lo que causaría erosión hídrica con la consecuente pérdida de suelos, afectando así la regulación hidrológica de las cuencas, particularmente en la porción más húmeda del gradiente de precipitaciones.

En estos dos sistemas, en regiones con menores niveles de precipitación media anual, si bien no se observan grandes cambios en el excedente (flujos de agua que saldrían del sistema), es importante recalcar que son sitios con una relativamente escasa disponibilidad de agua. En este sentido, mientras que el excedente de los pastizales en sistemas con 400 mm de precipitación media anual alcanza valores de un 18 % (aprox. 90 mm anuales) de la precipitación, los bosques sólo alcanzan valores de alrededor de un 5 % (25 mm anuales). Finalmente, el modelo indicaría que a partir de los 2000 mm de precipitación media anual, la tasa de evapotranspiración anual para bosques y pastizales sería de 1250 mm y 825 mm anuales, respectivamente (Figura 2). Esto implicaría que, en el mayor rango de precipitación media anual, los sistemas de pastizales tendrían más excedentes de agua (precipitación-evapotranspiración) que los bosques.

Como se mencionó anteriormente, se trata de un modelo matemático que posibilita cierta generalización, pero que no podría brindar "recetas" para problemáticas particulares. Los sistemas reales muestran un grado de variación según factores abióticos (fluctuación en las precipitaciones, tipos de suelo[1], temperatura, etc.) y bióticos (distintas especies, edades y manejos significan diferente profundidad de suelo explorado, área foliar desarrollada, etc.) que podrían ampliar o disminuir las diferencias entre ecosistemas. Por ejemplo, la cobertura de un bosque no cambiará radicalmente de un año a otro, mientras que la precipitación anual podría variar en torno a un valor histórico generando años secos y húmedos. En este sentido, se estimó una diferencia de aproximadamente 200 mm de evapotranspiración para el mismo bosque comparando un año más seco con otro más húmedo (Licata *et al* 2011) (Figura 2).

1. La capacidad de almacenaje de agua del suelo se define como el agua retenida entre los -0,03MPa y los -1,5MPa (o sea, entre la capacidad de campo y el punto de marchitez permanente), y el volumen total de suelo. Esta capacidad depende de la cantidad de poros medianos y pequeños dados por la textura, la estructura y el contenido de materia orgánica presentes en el suelo.

Siguiendo estos cambios de disponibilidad de agua, los excedentes de una cuenca adoptarán distintas magnitudes generando sequías o inundaciones aguas abajo del sitio en donde está ubicado el bosque. A ello debe sumarse el análisis de las variaciones más extremas de temperatura y precipitación que está ocasionando el proceso de cambio climático.

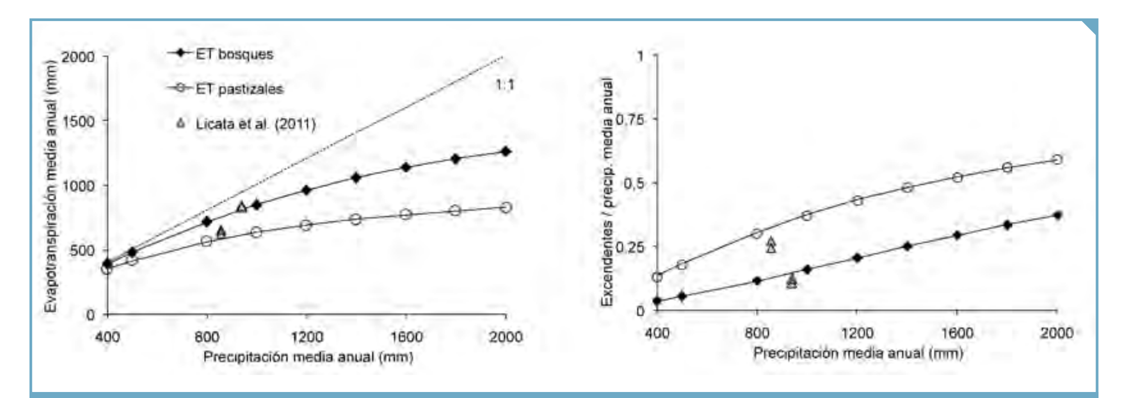


Figura 2. Relación entre la evapotranspiración media anual y la precipitación media anual entre bosques con 100 % de cobertura y pastizales. Y relación entre los excedentes (Precipitación-evapotranspiración) y la precipitación media anual de bosques (100 % cobertura) y pastizales. Ambas figuras se realizaron a partir de la fórmula de Zhang y colaboradores (2001) y datos de campo de Licata y colaboradores (2011).

USO DE AGUA DE BOSQUES-PLANTACIONES Y PASTIZALES A NIVEL DE CUENCA

Para determinar el impacto sobre el comportamiento hidrológico de una cuenca es común la utilización de cuencas apareadas, en donde una de ellas es intervenida a través del uso, mientras que la otra actúa como testigo o sistema de comparación.

A partir de la revisión de 166 estudios de este tipo a nivel mundial (Brown *et al* 2005) surge una serie de generalidades tales como:

- Existe una relación negativa entre los cambios de los rendimientos hídricos de una cuenca y la cobertura de bosques, tal como predice el modelo de (Zhang *et al* 2001).

- El tamaño de la cuenca influye en el tipo de respuesta que se observa ante un cambio de cobertura vegetal. En cuencas grandes, debido al agrupamiento de la vegetación, no se observaron relaciones claras entre el porcentaje de intervención de la cuenca y la respuesta hidrológica, pudiendo observarse tanto grandes impactos como nulos ante similares porcentajes de remoción o cosecha. Por el contrario, en cuencas pequeñas, los patrones son más claros. Así, con una remoción de la cobertura forestal mayor al 15 ó 20 % de la superficie, se observan impactos estadísticamente significativos en los excedentes hídricos debidos al cambio de vegetación.

- La respuesta hidrológica de una cuenca no es estática, dependerá de los cambios en la cobertura vegetal como producto del manejo (cosecha, raleos, crecimiento mismo de los individuos) en interacción con el clima. Así, dependiendo de la tasa de crecimiento de las especies y del grado de intervención, estos cambios serán más o menos pronunciados.

El uso del agua de una cuenca puede ser modificado también según la ubicación de las-forestaciones en el paisaje. Así, el posible efecto negativo de las forestaciones sobre los cursos de agua será menor si las mismas se ubican en la parte más alta que en la base de la cuenca (Vertessi et al 2003). A nivel regional, se han realizado estudios que mostraron que la presencia de forestaciones con pino ponderosa en las laderas de dos mallines no cambió ni la productividad herbácea ni el flujo de agua en las regiones de borde y central de los mismos (Weigandt et al 2015) (ver más detalle en el Caja 1, Figura 3).

Por otro lado, en sitios donde las especies forestales puedan crecer a mayor tasa debido a sus características biológicas y/o la mayor disponibilidad de recursos, es de esperar que el impacto sea mayor, o al menos se observará de manera más inmediata un efecto directo sobre los recursos hídricos.

En términos generales, los mejores suelos y con mayores disponibilidades de agua se encuentran en la base de la cuenca, por lo que los árboles desarrollan una mayor biomasa y, necesariamente, consumen más agua (Scott y Smith 1997) (Figura 4). En casos de estudio realizados en el noroeste de la Patagonia, el uso del agua por parte de forestaciones con pino ponderosa se relaciona positivamente con la precipitación del año bajo análisis (Martínez Meier *et al* 2015), lo que concuerda con la relación entre el uso y la disponibilidad de agua. De manera similar, se demostró que los pinos situados cerca de los cursos de agua, o sea, con acceso ilimitado a este recurso, crecían más y hacían un mayor uso del recurso que los árboles más alejados (consumieron más de 2200 mm anuales que los que crecían en secano. (Dzikiti e*t al* 2013).

CAJA 1

Caso de estudio. Efecto de la forestación en laderas sobre los mallines

Los mallines patagónicos ocupan tan solo el 1,5 % de la región y se desarrollan en zonas bajas del paisaje, en depresiones del relieve, donde reciben aportes de agua no solo de las precipitaciones directas que caen en el lugar, sino también desde lugares aledaños o remotos por el aporte del agua que escurre superficialmente por las laderas circundantes, sub-superficialmente o por afloramiento de agua subterránea pudiendo permanecer anegados gran parte del año. Esta particularidad les confiere características únicas, siendo reservorios de agua con una alta importancia hacia el Este de la región, donde las precipitaciones son escasas, relevante tanto para la vegetación como para el consumo animal. Esto a su vez conlleva a que en ellos habiten tanto vegetación como animales adaptados a esta situación fluctuante de anegamiento, presentando una alta biodiversidad de especies. Asimismo, la presencia de agua la mayor parte del año favorece el crecimiento de la vegetación, por lo que son altamente productivos en comparación a la estepa circundante (de 10 a 20 veces mayor). Esto los convierte en ambientes de especial interés en cuanto a su uso sustentable.
Al evaluarse el efecto sobre el recurso hídrico y la productividad forrajera de dos mallines de pluviometría contrastante (1294 mm y 800 mm anuales) del noroeste Patagónico, circunscriptos por laderas forestadas con pino ponderosa y laderas sin forestar, no se evidenció un efecto negativo de las forestaciones a lo largo de los meses de primavera y verano, momento del año de menor precipitación en la región y por lo tanto en el que se esperaba que fuera evidente el efecto de las plantaciones sobre el recurso hídrico (Figura 3).

En ambos casos los suelos fueron franco arenosos; en el primer caso la ladera forestada contó con mayor porcentaje de limo mientras que en la ladera de pastizal fue mayor el porcentaje de arena; en el sitio de la fotografía inferior el mayor porcentaje de arena se presentó en la ladera forestada y en ladera de pastizal fue mayor el contenido de arcilla y limo. En cuanto al contenido de materia orgánica, en el mallín ubicado en el sitio de mayor precipitación fue de 8 % y 7 % en las laderas de pastizal y forestación respectivamente; contrariamente en el sitio de menor precipitación el contenido fue de 15 % en la ladera de pastizal y del 7 % en la ladera forestada.
El ciclo hídrico anual que presentan estos ambientes, de secado a lo largo de los meses de primavera-verano y de recarga de agua en otoño-invierno, persistió aun en años secos sin observarse diferencias entre sistemas con zonas de ladera forestadas y de laderas de pastizal-arbustal natural de un mismo mallín a pesar del alto porcentaje de agua de lluvia interceptada por parte de las forestaciones (entre un 46 y 48 % de la precipitación caída).
Analizando el agua retenida en suelo disponible para la vegetación, el drenaje profundo y la escorrentía superficial, pudo verse que estas variables estuvieron determinadas por la textura de los suelos y el contenido de materia orgánica y no por la presencia de las forestaciones, siendo un aporte muy bajo a lo largo de los meses de menor precipitación, primavera verano. El agua drenada representó aproximadamente entre un 6 % y un 3 % de las precipitaciones caídas mientras que en el caso de la escorrentía superficial representó, en las laderas forestadas, el 2,7 ± 4,1 % y 2,6 ± 5,1 % y en las laderas de pastizal 4,5 ± 5,4 % y 2,3 ± 2,2 %. Esto sugiere que plantaciones con pino ponderosa de las dimensiones de las estudiadas (20 % de una micro cuenca de aproximadamente 100-200 ha), situadas aguas arriba de los mallines no producen un efecto marcado sobre la dinámica de agua a escala predial.
Los resultados de balance de agua neto de los mallines, demostraron que existiría un ingreso constante de agua a lo largo del período estival.
Sin importar la ubicación respecto al gradiente de precipitación, estos ambientes tienen una alta complejidad vinculada con la geomorfología y la historia de uso de la tierra que determinan las características de suelo, afectando así la dinámica de agua y, en consecuencia, su productividad, lo que lleva a la necesidad de analizar cada caso en particular (Wiegandt 2012; Weigandt *et al.* 2015)



Figura 3. a. Mallín ubicado en la región de mayor precipitación. b. mallín ubicado en el sitio de menor precipitación.

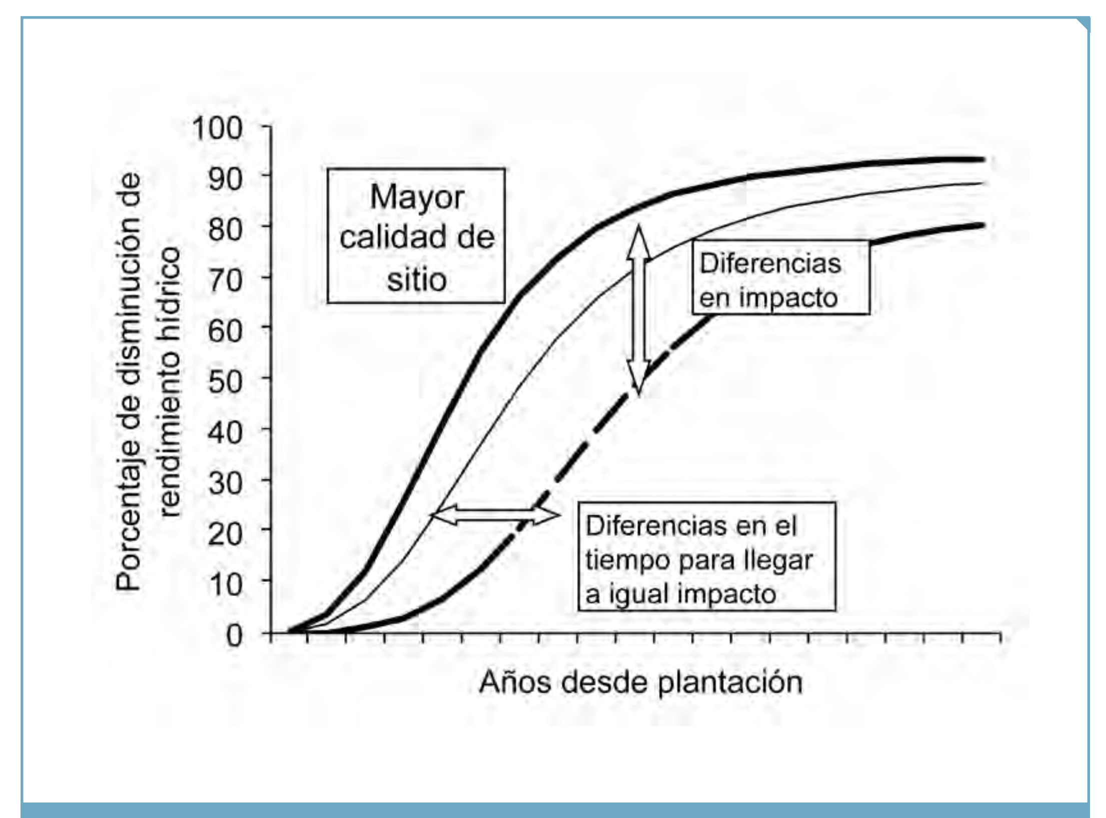


Figura 4. Cambio del impacto sobre los recursos hídricos en el tiempo luego de la plantación de una forestación. La línea llena gruesa representa a una forestación hipotética en un sitio de alta productividad, la línea fina representa a una forestación en un sitio intermedio, y la línea entrecortada, una forestación en un sitio de baja calidad.

IMPACTO SOBRE LOS FLUJOS SEGÚN LA ESTACIÓN DEL AÑO

No todos los flujos de escorrentía (excedentes hídricos) son afectados de la misma manera por los cambios en la vegetación, por lo que debemos diferenciar los más susceptibles de aquellos que tienen menos probabilidades de ser afectados. Entre los flujos de agua continuos, se denominan "mínimos o bajos" a los que se corresponden con los menores caudales verificados durante el año, siendo este caudal superado entre 70 y 99 % del tiempo. Los flujos "pico o máximos" se definen como aquellos menos frecuentes, que sólo se superan un 5 % del tiempo (Brown *et al* 2005). En general, las forestaciones y/o el crecimiento de los bosques generan una disminución de los caudales de los flujos mínimos y máximos, pudiendo hacer desaparecer los mínimos en las regiones en donde la evapotranspiración del sistema forestal se aproxime al nivel de las precipitaciones.

Asimismo, es importante determinar la temporalidad de las lluvias y la dinámica foliar de los bosques. En el noroeste de la Patagonia, en donde el período de lluvias ocurre en invierno y la evapotranspiración es baja, los máximos caudales se observan en dicho período y/o en los meses posteriores. Los flujos mínimos se observarán en verano, cuya variación dependerá del grado de cobertura con forestaciones en interacción con las lluvias ocurridas durante la temporada.

DINÁMICA DEL DESARROLLO FORESTAL Y DEL IMPACTO SOBRE EL RECURSO HÍDRICO

La respuesta hidrológica de la cuenca mostrará un cambio más rápido luego de la deforestación que con la forestación, dado el cambio brusco que se genera en el primer impacto, respecto de la gradualidad de los tiempos necesarios para que el bosque alcance una alta cobertura del sitio. Estos tiempos variarán dependiendo del manejo del suelo y de la cobertura vegetal. Así, la compactación del suelo, o el mantenimiento de una baja cobertura vegetal, traerán aparejados aumentos en los flujos superficiales, mientras que la promoción de una rápida cobertura vegetal, disminuirá los mismos incrementando la infiltración aumentando también la interceptación de las precipitaciones.

En el largo plazo, una cuenca forestada podría alcanzar un rendimiento hídrico alto, dependiendo la etapa del ciclo de la forestación que se considere, con una caída en el pico de productividad del sistema (curva de Kuczera 1987)(Figura 5 derecha). En el caso de las forestaciones con manejo, es distinto al anterior. En éstas, los raleos o más adelante, la cosecha, se producen justo en el pico de consumo, por lo que no es posible minimizar el impacto sobre los recursos hídricos maximizando al mismo tiempo la productividad en rotaciones cortas, existiendo un compromiso entre procesos. Así, una de las principales recomendaciones al forestar una cuenca es la de ordenar la misma de manera tal que existan forestaciones con distinto grado de desarrollo, tratando de balancear aquellas en donde podría observarse un alto impacto con otras de bajo impacto.

Existe una relación positiva entre la disponibilidad de agua en el suelo y el uso de la misma por parte de la vegetación. Así, el uso del agua de las forestaciones dentro de una cuenca será mayor en los sitios de acumulación del recurso. Por este motivo, la forestación en zonas cercanas a cursos de agua o a otras zonas de acumulación hídrica producirá una mayor disminución proporcional de los excedentes que si se sitúa en áreas más alejadas.

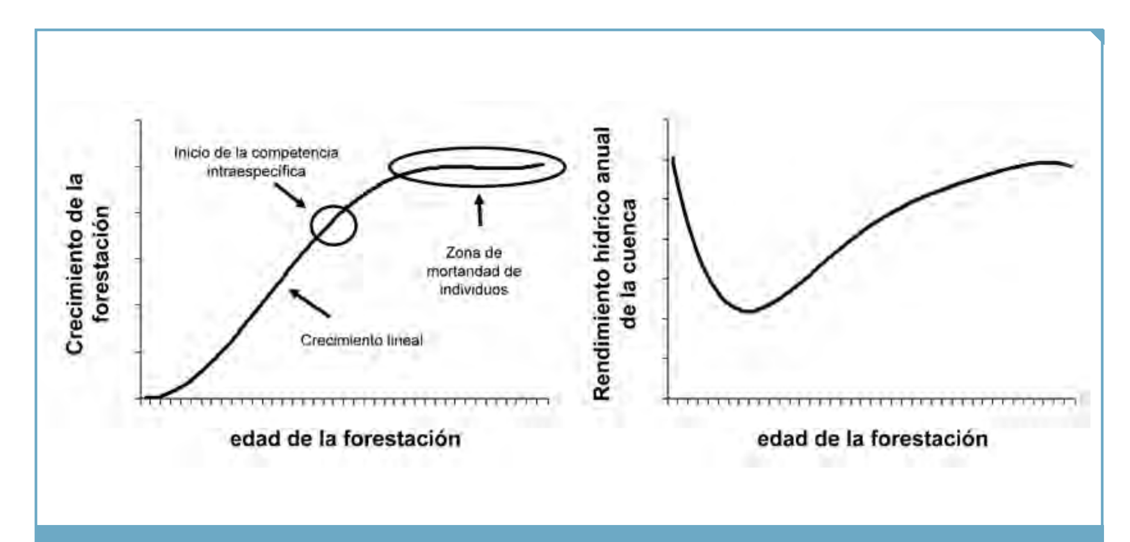


Figura 5. Relación entre el crecimiento (altura, diámetro de los árboles o volumen de fuste) y el rendimiento hídrico anual de una cuenca (modificado de Kuczera 1987) en relación a la edad de la forestación.

COMPOSICIÓN Y MANEJO DEL BOSQUE Y SU RELACIÓN CON EL USO DEL AGUA

Existen cuatro factores generales a tener en cuenta a la hora de predecir el consumo de agua de un sistema arbóreo:

a) especie plantada,
b) densidad de árboles,
c) tamaño de los árboles
d) hábitos foliares.

Se ha verificado que sistemas ralos o plantaciones de baja densidad (como las que pueden ser usadas como sistemas silvopastoriles) en el noroeste de la Patagonia utilizan tanta agua como los pastizales (Gyenge *et al* 2010) (Figura 6). Otros estudios realizados en la misma región, pero en lugares con mayores niveles de precipitación media anual (1400 mm/año) que el mencionado anteriormente, demostraron que la tasa de uso del agua de las forestaciones con pino oregón (*Pseudotsuga menziesii*) durante la temporada cálida es de aproximadamente 1 mm/día mayor que la del matorral y el bosque mixto nativo contiguo, comparando situaciones de máxima cobertura para ambos. Sin embargo, estos sistemas están situados en zonas con altos niveles de excedentes hídricos (alrededor de 850 mm/año) (Gallopin 1978), por lo que teniendo en cuenta el área posible de ser forestada, la introducción de plantaciones de pino oregón no acarrearía pérdidas considerables del recurso agua. Si analizamos más profundamente el estudio de uso del agua, se observa que el consumo por árbol dependerá de la especie y del tamaño del individuo (Gyenge *et al* 2008). Por ejemplo, si comparamos la transpiración de individuos de similar tamaño (10 cm de diámetro del tronco a 1,3 m de altura), pino oregón (especie exótica de rápido crecimiento) y radal (*Lomatia hirsuta*, especie nativa) usan en promedio aproximadamente 8 litros de agua por día, mientras que otras especies nativas, como laura (*Schinus patagonicus*) y ñire (*Nothofagus antarctica*), usan 6,5 y 3,5 l/día, respectivamente. Al comparar individuos de mayor tamaño, se amplían las diferencias. Así, considerando individuos de 25 cm de diámetro, pino oregón consume en promedio 40 l/día, contra 30 y 22 l/día que transpiran radal y ñire.



Figura 6. Rodales de pino ponderosa de alta (izquierda) y baja densidad o sistema silvopastoril (derecha) creciendo en el valle de Meliquina (aproximadamente 700 mm de precipitación media anual), provincia del Neuquén.

La tasa de uso del agua por parte de la vegetación es sólo un componente de la evapotranspiración del ecosistema. Así, las diferencias observadas en tasas de uso de agua entre especies forestales exóticas y nativas en el extremo más seco del gradiente de precipitaciones de Patagonia Norte, se compensan en parte si se introducen en la ecuación las pérdidas por evaporación desde las copas como producto de la interceptación de las precipitaciones. Por ejemplo, se midió un mayor uso del agua (transpiración) por parte de plantaciones de pino ponderosa que de ciprés de la cordillera (*Austrocedrus chilensis*) con valores promedio diarios de 3,7 y 2,2 mm/día, respectivamente (Licata *et al* 2008). Si a la transpiración se le suma la cantidad de agua de las precipitaciones que queda retenida en las copas y que se evapora directamente a la atmósfera (interceptación), las tasas de uso de agua de ambos tipos de bosques terminan siendo similares (Licata *et al* 2011). Aproximadamente el 50% del agua evapotranspirada por un bosque denso de ciprés de la cordillera se produce desde la interceptación de las precipitaciones por parte de sus copas (Licata *et a l* 2011). Esto pone de manifiesto que no sólo es importante estimar la transpiración de un bosque, sino el balance hídrico en su totalidad.

TENDENCIAS EN EL USO VERSUS LA EFICIENCIA EN EL USO DEL AGUA EN DISTINTOS SISTEMAS FORESTALES

Como se mencionó, a nivel de árbol individual, los individuos de mayor tamaño muestran un mayor consumo del agua. Sin embargo, la diferencia en la producción de fuste es aún mayor, por lo que el costo en agua de producir madera se reduce. Así, si comparamos los individuos más pequeños con los de mayor tamaño, veremos que estos últimos muestran una mayor eficiencia en el uso del agua (Gyenge *et al* 2014). Estos patrones se han comprobado en el noroeste de la Patagonia, tanto con especies nativas como exóticas (Gyenge *et al* 2008). Además, las plantaciones forestales que mostraron una mayor productividad de madera, también presentaron una similar o mayor eficiencia en el uso del agua (Gyenge *et al* 2011). O sea, es posible producir un determinado volumen de madera en una menor superficie y con menores consumos de agua seleccionando el material genético que permita una alta productividad.

La tasa de consumo de agua de una forestación se relaciona positivamente con la cantidad de individuos y con sus tamaños. Así, en general, las forestaciones ralas usarán menos agua que las densas, siempre y cuando las especies del sotobosque tiendan a ser pastizales y no otras especies leñosas. Sin embargo, las relaciones entre número de individuos y uso de agua no son lineales, aumentando el consumo individual de agua en sistemas ralos por el mayor acceso a los recursos de los árboles creciendo a baja competencia. A nivel de cuenca, se debería manejar la forestación de manera tal que existan rodales con distinto grado de desarrollo.

En resumen, las recomendaciones generales serían:

Con respecto a la precipitación media anual del sitio:

- en los lugares de más de 1000 mm de precipitación media anual, los excedentes hídricos como producto de la disminución de la cobertura forestal podrían acarrear problemas

por erosión hídrica por lo que será central orientar las labores para garantizar la regulación de los flujos hídricos. En forma práctica implica una ordenación forestal que regule espacial y temporalmente raleos y cosechas, evitando talas rasas a fin de mantener las funciones hidrológicas de la vegetación.

- en zonas con menor precipitación media anual:

  - para minimizar el impacto sobre el recurso hídrico se recomienda realizar plantaciones ralas, en especial en aquellos sitios de suelos poco profundos. Sin embargo, en sitios con suelos profundos es posible manejar niveles mayores de densidades respecto a aquellos con suelos más someros.

  - en aquellos casos donde la superficie forestada es lo suficientemente grande y supera el 15 % de la cuenca, es aconsejable plantar en mayor medida con un diseño poco denso, como lo es el utilizado en sistemas silvopastoriles.

  - se recomienda realizar un ordenamiento forestal de manera tal de tener rodales de distinta edad dentro de una cuenca, evitando promover grandes bloques de plantaciones de la misma edad.

  - en caso de pretender disminuir el consumo de agua de una forestación se recomienda bajar su densidad a través de raleos. La poda de copa verde también produce una disminución en el uso del agua pero su efecto es de menor duración, dependiendo de la recuperación fisiológica del árbol.

  - evitar realizar la plantación junto a los cursos de agua y, en caso de encontrarse ya presente, realizar la corta de los árboles plantados en las riberas hasta una distancia prudencial, entre 60 a 15 m dependiendo del tipo de cuerpo de agua (Gayoso *et al* 2000). Favorecer la vegetación natural en dichas zonas.

Con respecto a la forestación en zonas de mallines o de acumulación de agua:

- se recomienda realizar las plantaciones de *Pinus ponderosa* en áreas de *Pappostipa spp* (laderas más altas, pero no en perimallines).

- no plantar con pinos en la zona de acumulación de agua dado su susceptibilidad al anegamiento.

- en la zona de *Festuca spp*., se recomienda plantar a baja densidad (esquemas silvopastoriles) y mejor aun con especies *Latifolia*das, de manera que el exceso de sombra no afecte la producción de forraje de alta calidad.

EL MANTENIMIENTO DE LA CALIDAD DEL RECURSO HÍDRICO

Para la mayoría de los humedales, la mayor fuente de energía es la radiación solar, determinante de su biología y funcionamiento. En ambientes boscosos, en cambio, la principal

fuente de energía de los cursos de agua lo representa la materia orgánica, cuya composición y calidad determina el tipo de organismos que podrán conformar la base de la red trófica de los mismos. El cambio de fuente energética básica del curso influye directamente sobre el tipo de organismos, e indirectamente sobre la temperatura del agua. Es por ello que el tipo de vegetación que rodea el curso es central en el momento de definir la calidad del mismo: el nivel de sombreado determinará el tipo de fuente energética del sistema y la temperatura del agua; y el tipo de vegetación determinará la calidad de la materia orgánica que se aporte como base de alimentación de los microorganismos herbívoros (Maitland *et al* 2002). En este sentido, existe una gran diferencia entre la composición (relación lignina/celulosa entre otros) de las pináceas, con respecto a otros grupos, en especial con las especies *Latifolia*das.

No sólo la caída de hojas, sino también la provisión de otro tipo de materiales orgánicos como ramas y troncos, serán determinantes de la biota. Además de constituir la base trófica, los troncos -estructuras mayores con mayores tiempos de descomposición- influirán fuertemente en la conformación de las estructuras físicas de los cursos de agua, posibilitando la conformación de sectores de diferente profundidad y velocidad. Esta variedad de hábitats, que son habituales en ambientes boscosos, son centrales para mantener la diversidad de la fauna de ríos y arroyos (Miserendino *et al* 2000).

Por otro lado, en determinados sitios, particularmente en zonas de laderas el porcentaje de cobertura de la vegetación tendrá una relación directa con los potenciales niveles de erosión de la cuenca. Es así como bajas coberturas determinarán una llegada de partículas de suelo a los cursos de agua que modificarán sustancialmente el funcionamiento del mismo. El control de la erosión es también central en las márgenes de los cursos. La estabilidad de la ribera está fuertemente influenciada por la vegetación que la compone, ya que la fijación de las márgenes a través de sus raíces dependerá de la profundidad y densidad de las mismas.

En vista de la información existente a nivel global, las principales recomendaciones para el cuidado de la calidad del recurso hídrico son:

- En áreas que fueron bosques o matorrales (muy común en lo que actualmente vemos simplemente como “estepas o ecotono”), es importante recuperar la vegetación original junto a los cursos y cuerpos de agua. Promover que el sombreo y el ingreso de materia orgánica de hojarasca, ramas y troncos, sea lo más similar posible a la situación original. Lo ideal es generar este ambiente en un ancho de 3 veces la altura de dicha vegetación potencial, con un mínimo de una vez la altura de la misma.

- En ambientes de estepa, mantener la vegetación natural alrededor de cursos y cuerpos de agua, con la mayor cobertura y naturalidad posible.

- Las plantaciones pueden proveer un buen recurso para generar cobertura en las laderas, pero a la hora de la cosecha, el efecto de erosión puede ser intenso. Por ello, hay que prever la posibilidad de mantener el ingreso de luz dentro de la plantación para evitar la muerte de la totalidad de la vegetación original.

- Considerar la necesidad de cosechar solo parte de las plantaciones de cada cuenca permitiendo el mantenimiento o la recuperación de la cobertura. Si bien las talas rasas son

operativa y económicamente más convenientes, el deterioro del suelo, de la vegetación natural del sotobosque y el agua, son mayores.

- Evitar arrojar residuos, en especial lubricantes o combustible a los cursos de agua o en las proximidades de los mismos.

- Monitorear la calidad de los cursos de agua, tanto por el nivel de los sedimentos en momentos críticos (cosecha), como los cambios en composición (por ej.: pH).

BIBLIOGRAFÍA

Brown A.E., L. Zhang, T.A. McMahon, A.W. Western y R.A. Vertessy. 2005. A review of paired catchment Studies for determining changes in water yield resulting from alterations in vegetation. Journal of Hydrology 310: 28-61.

Dzikiti S., K. Schachtschneider, V. Naiken, M. Gush y D. Le Maitre. 2013. Comparison of water-use by alien invasive pine trees growing in riparian and non-riparian zones in the Western Cape province, South Africa. Forest Ecology and Management 293 92-102.

Farley K.A., E.G. Jobbágy y R.B. Jackson. 2005. Effects of afforestation on water yield: a global synthesis with implictions for policy. Global Change Biology 11: 1565-1576.

Gallopin G.C. 1978. Estudio ecológico integrado de la cuenca del Río Manso superior (Río Negro, Argentina). Anales Parques Nacionales XIV: 161–230.

Gayoso J., B. Schlegel y M. Acuña. 2000. Guía de Conservación de Agua. Programa de Producción Forestal y Medio Ambiente. Facultad de Ciencias Forestales, Universidad Austral de Chile, Valdivia-Chile, 56pp.

Gyenge J.E., M.E. Fernández, M. Sarasola y T.M. Schlichter. 2008. Testing a hypothesis of the relationship between productivity and water use efficiency in Patagonian forests with native and exotic species. Forest Ecology and Management 255: 3281-3287.

Gyenge J.E., M.E. Fernández y T.M. Schlichter.2010. Effect of stand density and pruning on growth of ponderosa pines in NW Patagonia, Argentina. Agroforestry Systems 78(3): 233-241.

Gyenge J.E., M.E. Fernández, J. Licata, M. Weigandt, B. Bond y T. Schlichter. 2011. Uso del agua y productividad de los bosques nativos e implantados en el N.O. de la Patagonia: aproximaciones desde la ecohidrología y la ecofisiología. Ecología Austral (Número especial: Ecofisiología de especies leñosas) 21: 271-284.

Gyenge J.E. y M.E. Fernández. 2014. Patterns of resource use efficiency in relation to intra-specific competition, size of the trees and resource availability in ponderosa pine. Forest Ecology and Management 312: 231-238.

Kitzberger T. y T. Veblen 1999. Fire-induced changes in northern Patagonian landscapes. Landscape Ecology 14:1-15.

Kuczera G. 1987. Prediction of water yield reduction following a bushfire in ash-mixed species Eucalypt forest. Journal of Hydrology 94: 215-236.

Licata J.A., T.G. Pypker, M. Weigandt, M.H. Unsworth, J.E. Gyenge, M.E. Fernández, T.M. Schlichter y B.J. Bond. 2011. Decreased Rainfall interception balances increased transpiration in exotic ponderosa plantations compared with native cypress stands in Patagonia, Argentina. Ecohydrology 4: 83-93.

Maitland, P y N. Morgan. 2002. Conservation management of freshwater habitats. 2nd Ed. Kluwer Academic Publ., 233 p.

Martinez-Meier A., M.E. Fernández, G. Dalla-Salda, J. Gyenge, J. Licata y P. Rozenberg. 2015. Ecophysiological basis of wood formation in ponderosa pine: linking water flux patterns with wood microdensity variables. Forest Ecology and Management 346: 31-40.

Miserendino M.L. y L.A. Pizzolón. 2000. Macroinvertebrates of a fluvial system in Patagonia: altitudinal zonation and functional structure. Archiv fur Hydrobiologie150:55-83.

Scott D.F. y R.E. Smith. 1997. Preliminary empirical models to predict reductions in total and low flows resulting from afforestation. Water SA 23: 135- 140.

Vertessi R.A., L. Zhang y W.R. Dawes. 2003. Plantations, Rivers flows and river salinity. Australian Forestry 66: 55-61.

Weigandt M., J. Gyenge, M.E. Fernández, S. Varela y T. Schlichter. 2015. Afforestations and wetlands, are they a good combination? Study of water fluxes in two cases of Patagonian wetlands. Ecohydrology 8: 416-425.

Weigandt M. 2012. Compatibilidad entre Mallines y Forestaciones de Pino Ponderosa: ¿Las forestaciones afectan la dinámica hídrica y productividad en mallines? Presencia 59: 36-41. ISSN 0326-7040.

Zhang l., W.R. Dawes y G.R. Walker. 2001. Response of mean annual evapotranspiration to vegetation changes at catchment scale. Water Resource Research 37: 701-708.

LA CALIDAD DEL SUELO

AUTORES: María Cristina Frugoni y Verónica Rusch

Revisora: Sara Castañeda

5

Cómo se cita este capítulo:

Frugoni M.C. y V.E. Rusch. 2015. La calidad del suelo. Manual de Buenas Prácticas para el manejo de plantaciones forestales en el noroeste de la Patagonia. Editores: L. Chauchard, M.C. Frugoni, C. Nowak. Editorial Buenos Aires. Cap. 5. p: 107-118



INTRODUCCIÓN

“El suelo es un cuerpo compuesto por una mezcla de minerales, materia orgánica y vacíos, a través de los cuales el agua, los gases y los organismos se mueven e interactúan”. (USDA 2011). Esa definición, entre tantas otras, indica la complejidad del individuo suelo en tanto sistema abierto y como ecosistema en sí mismo.

Esta delgada dermis o geoderma que recubre a la corteza terrestre, a lo largo de diversos relieves, es producto de la interacción entre la atmósfera, la litósfera, la biósfera y el tiempo.

Es un gran regulador hídrico de las cuencas y posee la capacidad de retener cationes, para que éstos estén disponibles en la nutrición mineral de las plantas.

El suelo es, entonces, el fundamento de los ecosistemas terrestres, no sólo como sustento de las coberturas vegetales que posibilitan la vida sobre el planeta, sino también porque son la base fundamental de la producción de alimentos (Sicard 2002).

Se pueden encontrar 1000 especies de invertebrados en 1m² de suelo forestal

Es, además, el hábitat de infinidad de organismos, siendo el ecosistema terrestre que posee la mayor biodiversidad del planeta.

El humus, producto de la descomposición de la materia orgánica, es un compuesto orgánico que se sintetiza sólo en el suelo. A través de ese proceso, del que participan organismos de la macro, meso y micro-fauna, el suelo es el mayor reservorio de carbono del planeta.

La gestión sustentable de las plantaciones forestales contribuye a la conservación de un suelo saludable, el cual es la base de un ecosistema sano. Varios de los principios expresados en la Carta Mundial del Suelo, que fue aprobada por unanimidad en la 39ª Sesión de FAO (Junio 2015), se satisfacen haciendo un uso forestal sustentable de la tierra. Se transcriben algunos de ellos a modo de ejemplo:

- el manejo cuidadoso del suelo es un camino para salvaguardar los servicios ecosistémicos y la biodiversidad.
- los suelos son reservorios clave de la biodiversidad.
- minimizar o eliminar una significativa degradación del suelo es esencial para mantener los servicios provistos por los suelos y es mucho menos costoso que rehabilitar suelos degradados.

- que la comunidad científica disemine la información y el conocimiento de los suelos.
- considerar el rol de las prácticas de manejo del suelo en la adaptación y mitigación del cambio climático y en la conservación de la biodiversidad.

Esta sección desarrolla el conocimiento alcanzado en la región sobre los efectos de las forestaciones con pino sobre los ecosistemas naturales en los que se encuentran implantados.

Se analizan diversas investigaciones realizadas en la región de Norpatagonia, las cuales evalúan ciertos indicadores edáficos que son útiles para cuantificar los cambios que pueden provocar las forestaciones.

Finalmente, se propone una serie de acciones de manejo para mitigar los efectos que puedan alejar a las forestaciones de la sustentabilidad.

LA IMPORTANCIA DE LOS INDICADORES EDÁFICOS

El pH, la materia orgánica y la densidad aparente del suelo son tres indicadores de fácil medición y útiles para monitorear la calidad del suelo de un sistema forestal. Cada uno de ellos explica una serie de propiedades que están asociadas a sus contenidos o valores.

La **densidad aparente** del suelo es una medida indirecta de la porosidad del mismo, ya que su valor considera el volumen que ocupan los sólidos del suelo y sus vacíos (macroporos y microporos). Un incremento en la densidad aparente significará necesariamente una pérdida de ese espacio poroso y consecuentemente una disminución de la capacidad de agua y aire del suelo. Asimismo, esa densificación genera compactación y una mayor resistencia a la penetración por parte de las raíces.

El valor de pH indica el logaritmo negativo de la concentración de protones en una solución, por lo que la disminución en un punto de pH significa que la actividad protónica aumentó 10 veces. Existe una serie de procesos en el suelo que son afectados por el pH.

- Químicos: los procesos de formación de suelo que ocurren, los mecanismos de tamponación que actúan, los nutrientes que están solubles, el ritmo y la intensidad de la descomposición de la materia orgánica.
- Físicos: si ocurre dispersión o floculación de arcillas.
- Biológicos: la dinámica de la materia orgánica, el tipo de población del suelo que actúa, el ciclo de nutrientes.

El contenido de **materia orgánica** del suelo es una medida de la calidad del mismo. Se mide sobre la base del contenido de carbono presente en el suelo mineral y en la forma de los diversos compuestos húmicos (ácidos fúlvicos, ácidos húmicos, huminas). La riqueza en humus de un suelo incide en muchas propiedades del mismo.

- Es fuente de energía y de reserva de nutrientes (nitrógeno *(N)*, azufre *(S)*, fósforo *(P)*); contribuye a la resiliencia del sistema suelo-planta.

- Contribuye a la capacidad de intercambio catiónico, mejora el poder de amortiguación, compleja cationes, mejora la disponibilidad de fósforo, reduce la concentración de cationes tóxicos, forma uniones con la fracción mineral.

- Mejora la estabilidad estructural a diferentes niveles jerárquicos, influye en el incremento de la capacidad de retención hídrica, atenúa las variaciones térmicas del suelo.

La **biodiversidad del suelo** depende directamente del abastecimiento de materia orgánica fresca. Esta biodiversidad varía desde los genes hasta los microorganismos, la fauna y la biodiversidad encima de la tierra. La cantidad de bacterias puede aumentar en forma exponencial, de 10^3 a 10^{12}, tan pronto como la materia orgánica sea abundante. De hecho, todos los niveles de organización aumentan su población cuando disponen de materia orgánica fresca, principalmente los descomponedores. Las lombrices de tierra, por ejemplo, que contribuyen a la porosidad del suelo y a la formación de estructura, son consideradas indicadoras de la calidad del suelo y su número incrementa sensiblemente con el aumento de materia orgánica (FAO, 2002) (Figura 1).

Las bacterias son el grupo de organismos de la tierra más rico en especies y la gran mayoría de ellas vive en el suelo.



Figura 1. Bioporo, producto de la actividad de las lombrices de tierra.

El suelo es el principal sumidero de carbono en ambientes terrestres del planeta, a través del almacenamiento de la materia orgánica. Provee el servicio ambiental de mantenimiento del carbono capturado por fotosíntesis, mejorando la calidad del aire y contribuyendo a la mitigación del cambio climático. Estudios realizados en la región confirman la importancia del suelo en la captura de carbono (Figura 2).

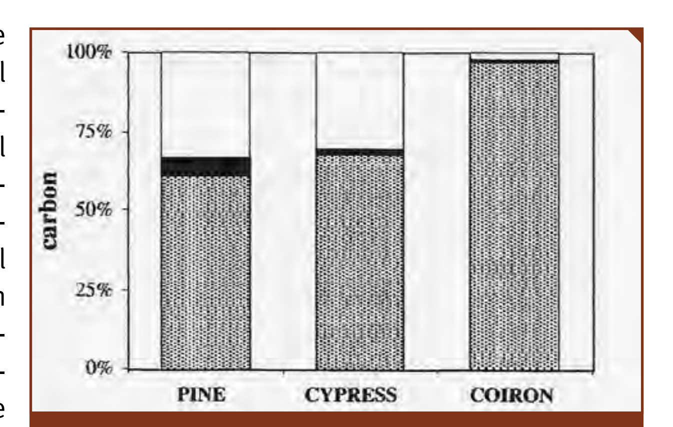


Figura 2. Porcentaje de la distribución media de carbono para pino ponderosa, ciprés nativo y coirón blanco. El sector vacío de cada barra representa el carbono en la biomasa sobre el suelo; el sector negro, el carbono en la biomasa subterránea y el sombreado, el carbono del suelo (incluida la hojarasca). Fuente: (Laclau 2003).

Adicionalmente, los bosques -que ocupan el 29 % de las tierras del planeta-, contienen más carbono por unidad de superficie que cualquier otro uso de la tierra, ya que acumulan el 60 % del carbono de la vegetación terrestre. Además, el carbono almacenado en los suelos forestales es el 36 % de todo el carbono del suelo a 1 m de profundidad (FAO 2002). Es deseable que el manejo de los bosques nativos e implantados considere esta perspectiva.

GRADO DE CONOCIMIENTO ALCANZADO

A continuación, se presenta una reseña de diversas investigaciones realizadas en la región de Norpatagonia en las que se abordan los efectos que podría generar el cambio de uso de la tierra de vegetación nativa a forestaciones con pino.

La mayor parte de las forestaciones se han realizado sobre suelos derivados de cenizas volcánicas, suelos que poseen una alta potencialidad productiva y además propiedades únicas (ver Capítulo 7) y respuestas a cambios de uso diferentes a lo que podría esperarse en otros tipos de suelos.

REACCIÓN DEL SUELO Y CICLO DE NUTRIENTES

Distintos grupos de trabajo de la región han investigado sobre la posible acidificación de los suelos a partir de las forestaciones con coníferas exóticas.

En el suroeste de la provincia del Neuquén se analizó cómo varían la reacción del suelo y la suma de bases en los primeros 5 cm de suelo mineral, considerando que como el aporte de materia orgánica ocurre principalmente desde la superficie (hojarasca de pino), es en ese sector del suelo en donde se puede evidenciar una posible alteración de las propiedades. Estudios realizados a nivel del perfil del suelo mostraron la ausencia de variaciones en la reacción del suelo, tanto en el pH en agua como en la acidez de intercambio (Broquen *et al.* 1995, Candan *et al.* 2003).

Se estudiaron pares de parcelas en condiciones de sitio equivalentes bajo vegetación nativa y bajo plantaciones de pino ponderosa. Se discriminaron dos biosecuencias: bosque mixto de *Nothofagus* y ecotono bosque-estepa, con una cobertura dominante de estepa subarbustiva graminosa.

En la biosecuencia "bosque", bajo régimen hídrico údico y suelos muy alofanizados, el pH en agua no varió (diferencia entre las medias de 0,1 puntos), siendo moderadamente ácido; aunque sí hubo una disminución del pH en cloruro de potasio (K*Cl*), que es indicativo de la acidez potencial del suelo. Las bases de intercambio disminuyeron bajo pino, posiblemente debido a que el aluminio (*Al*) ocupó los sitios de intercambio que liberaron las bases, principalmente el calcio. (Broquen *et al.* 2002). Este proceso podría explicar la ausencia de un cambio significativo de la acidez de la solución del suelo, que está relacionada con su alto poder tampón, acentuado por el Al y la incorporación permanente de cenizas volcánicas.

Por otra parte, en la biosecuencia "ecotono bosque-estepa", bajo régimen hídrico xérico y suelos poco alofanizados, se mostró que la acidez de la solución del suelo y la de intercambio aumentaron bajo pino ponderosa (*Pinus ponderosa*). La diferencia entre las medias del pH en agua fue de 0,2 puntos. La acidificación se debió al menor poder tampón de los suelos bajo régimen xérico; sin embargo no hubo un cambio en la clase de acidez del suelo, manteniéndose como ligeramente ácidos. El total de bases de intercambio no varió bajo pino ponderosa con relación a la vegetación de estepa subarbustiva graminosa, tendiendo a disminuir el calcio y a incrementar el magnesio bajo pino, lo que sería un indicio de un cambio en el ciclo de los nutrientes minerales. Dado que bajo pino ponderosa no cambiaron la clase de acidez, el total de bases intercambiables y la retención de fosfato, el grado de acidificación de los primeros centímetros del suelo no generaría variaciones relevantes en las condiciones del suelo para la germinación y crecimiento tanto de las especies autóctonas como de futuras forestaciones. (Broquen *et al.* 2005).

Además, estos investigadores no encontraron una relación entre la edad de las plantaciones y el grado de acidificación, luego de 14 años de establecidas las plantaciones. Esto indicaría que la acidificación en los primeros 5cm ha ocurrido en un período relativamente corto y que luego estos valores se mantuvieron estables (Broquen et al, 2005).

Otros estudios, realizados en una franja paralela a la Cordillera de los Andes en el suroeste de la provincia del Neuquén, el oeste de la provincia de Río Negro y el noroeste de la provincia de Chubut, que analizaron el efecto de las plantaciones sobre las propiedades fisicoquímicas del suelo hasta los 50 cm, mostraron resultados similares a los obtenidos en los primeros 5 cm. Se analizaron muestras de suelos a dos profundidades (0-25 y 25-50 cm) de 30 plantaciones y sus controles de vegetación nativa (bosques de coihue (*Nothofagus dombeyi*), de ciprés (*Austrocedrus chilensis*) y estepas). Se halló un pH en agua levemente menor en plantaciones (0,1 puntos) entre los 0 y 25 cm, lo que también indica que el suelo se mantiene en el mismo rango de acidez (Rusch *et al.* 2004).

Por otra parte, en los sitios de bosque húmedo hubo una disminución en el contenido de bases de intercambio, siendo el calcio el nutriente que más disminuyó. Además, observaron un aumento en el contenido de P disponible (5 ppm en el control vs 10 ppm en la plantación). Se ha medido además, una apreciable reserva de fósforo disponible en la hojarasca de pino, lo que indica la importancia del resto vegetal para el reciclado de este macronutriente (Rusch *et al.* 2004).

A pesar de la capacidad de los suelos ándicos de fijar el P en formas no disponibles (sobre todo en los andisoles údicos), la mayor disponibilidad de este nutriente bajo pino es seguramente debida a la infección micorrícica que ocurre en estas especies. Esta simbiosis ha sido reportada en la región también para coníferas nativas (Diehl *et al.* 2008).

ESTRUCTURA, DENSIDAD APARENTE Y POROSIDAD

Distintas investigaciones estudiaron el efecto que el cambio del uso de la tierra -vegetación nativa de *Nothofagus* vs forestación con pino- pueda tener sobre las características morfológicas del suelo.

Broquen *et al.* (1995) no encontraron diferencias significativas de variaciones de la densidad aparente, aunque notaron una tendencia a su disminución en los primeros 25 centímetros del suelo, bajo pino ponderosa hacia la zona del ecotono bosque-estepa.

En estudios posteriores, se observó un cambio de estructura en todos los sitios bajo pino ponderosa, pasando de granular a masivo. Esto no significó un cambio en la porosidad total, por lo que tampoco varió la densidad aparente, aunque disminuyó la relación macroporos/microporos. (Broquen *et al.* 2000).

Complementariamente, las plantaciones densas de pino mostraron una disminución en el porcentaje de macroagregados (39,7 % bajo *Nothofagus* y 28,8 % bajo pino sin raleo) y un incremento de microagregados. Este efecto fue acompañado por una disminución del contenido de carbono orgánico (70,2 g.kg-1 bajo *Nothofagus* y 42,4 g.kg-1 bajo pino sin raleo) lo que evidencia el rol de la materia orgánica en la formación de estructura. Las forestaciones raleadas presentaron un incremento de los macroagregados (32 %) y una disminución de los microagregados lo que sería un indicio de la recuperación de las condiciones originales y una medida de la capacidad de resiliencia de los suelos alofánicos (Candan *et al.* 2004, 2009).

Otros estudios encontraron evidencias de cierta tendencia al incremento en la densidad aparente en las plantaciones comparándola con vegetación nativa de bosque, aunque las diferencias no fueron significativas. Por otra parte, en los ambientes de estepa, no encontraron variaciones de densidad aparente con el cambio de uso de la tierra (Rusch *et al.* 2006).

MATERIA ORGÁNICA Y BIODIVERSIDAD

En concordancia con lo expresado más arriba en cuanto a la relación entre la pérdida de estructura y la disminución del contenido de materia orgánica, se ha demostrado que existe una tendencia a menores contenidos de carbono orgánico del suelo bajo forestaciones de pino (Laclau 2003, Candan *et al.* 2003, 2006, 2009). Estos cambios son más importantes cuando la cobertura del dosel es completa y la vegetación del sotobosque ha desaparecido.

Un estudio sobre la biodiversidad del sotobosque (Candan *et al.* 2006) bajo diferentes intensidades de manejo de la forestación mostró que:

- la biodiversidad es mayor en las formaciones naturales de bosque y estepa.

- la apertura del dosel en las forestaciones permitió el incremento en riqueza de especies y equitatividad.

- la tendencia de las forestaciones raleadas a presentar propiedades edáficas intermedias entre vegetación natural y forestación sin raleo evidenciaría la capacidad de resiliencia del sistema.

PÉRDIDA DE SUELO POR EROSIÓN HÍDRICA

La erosión del suelo, tanto hídrica como eólica, representa la forma más importante del proceso de degradación del suelo y afecta a más de 1000 millones de hectáreas en todo el planeta (FAO 2002). En la región Andino patagónica, las áreas forestadas para producción maderera se encuentran en su mayor parte emplazadas en el ecotono bosque-estepa, donde la desertificación por sobrepastoreo es creciente (Figura 3). Un estudio simuló regionalmente el uso forestal y su efecto sobre la erosión, estimando y comparando la erosión actual en las unidades cartográficas de suelos forestalmente aptas. El control potencial de la erosión por las forestaciones fue evidente en las unidades con vegetación de estepa. Por otra parte, se estimó y comparó a campo la erosión actual y su consecuencia sobre la potencialidad productiva

Un suelo sin vegetación se puede erosionar 100 veces más rápido que uno cubierto de vegetación.

con pino ponderosa y con estepa subarbustiva graminosa. El espesor del horizonte A fue significativamente mayor bajo pino que bajo estepa (Figura 4). Esto implicó pérdidas de suelo bajo estepa de 136 tn.ha.año, significando una disminución del índice de sitio a los 14 años entre 0,53 y 0,43 m, lo que provocó una pérdida de potencialidad productiva del ecosistema. La pérdida de suelo bajo estepa respecto a la pérdida bajo forestaciones con pino evidenció su efecto sobre el control de la erosión y mantenimiento de la productividad real. (Broquen *et al.* 2003).



Figura 3. Rasgos de erosión hídrica en tierras afectadas por sobrepastoreo. Izquierda: erosión laminar. Centro: erosión en surcos. Derecha: detalle de pérdida de suelo.

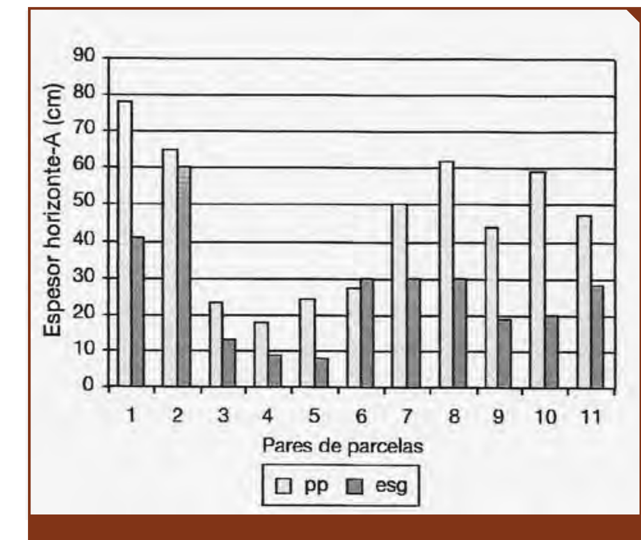


Figura 4. Espesor del horizonte-A bajo pino (PP) y bajo estepa (ESG) en 11 pares de parcelas. Cada par se estableció en condiciones fisiográficas similares. Fuente: (Broquen *et al.* 2003).

La pérdida de suelo por erosión hídrica significa también una disminución en la calidad del mismo, ya que el horizonte superficial (Hor-A) es el más rico en carbono orgánico y el que es removido por este proceso. Entonces, la conservación del suelo que realiza la forestación es capaz de compensar la disminución en la concentración de carbono orgánico (gr. kg^{-1}) que provoca el cambio de uso (Figura 5). Se ha demostrado que la protección ejercida por las plantaciones ha evitado una pérdida de carbono almacenado en el suelo de al menos 1,5 Tn por ha y por año (Broquen *et al.* 2007).

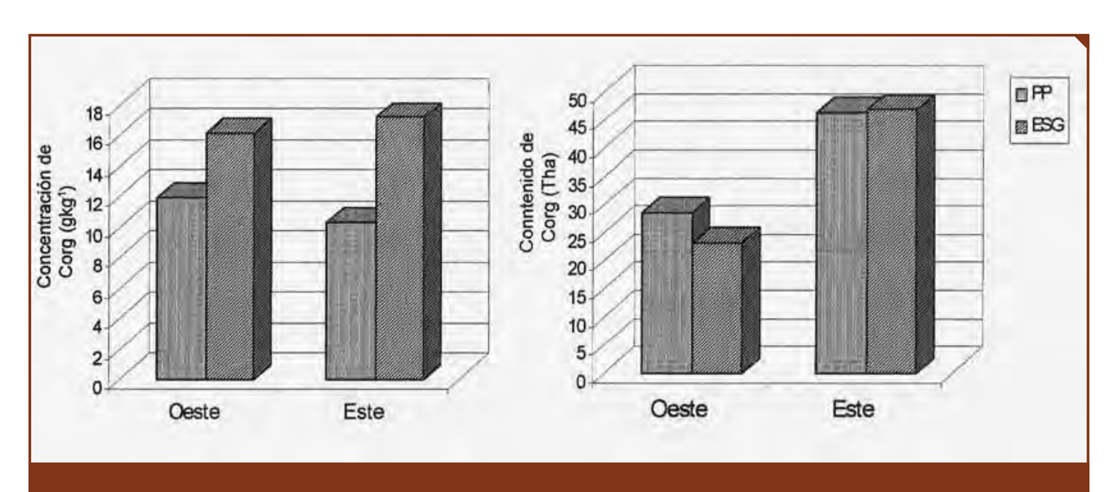


Figura 5. Concentración (g.kg^{-1}) y contenido (T.ha-1) de carbono orgánico en los horizontes A de los perfiles representativos del extremo oeste y este de la biosecuencia ecotono bosque-estepa ESG: Estepa; PP: Pino. Fuente: (Broquen *et al.* 2007).

CONSIDERACIONES PARA EL MANEJO SUSTENTABLE DE LAS FORESTACIONES

Las propiedades de los suelos derivados de cenizas volcánicas en las zonas más húmedas, por el tipo de evolución que han sufrido, evidencian un mayor resistencia y resiliencia frente a los impactos que puedan provocar las forestaciones con coníferas exóticas.
En las áreas de ecotono, con vegetación subarbustiva graminosa, los suelos de ceniza volcánicas poco alofanizados han mostrado una tendencia a sufrir mayores alteraciones a

causa del uso forestal; sin embargo las mismas pueden ser mitigadas con el manejo. Además, un manejo apropiado permite la permanencia del efecto conservador que provoca la forestación sobre el suelo.

- Mantener la apertura del dosel a fin de que se puedan conservar la cobertura y la biodiversidad de la vegetación herbácea (Figura 6).

- Además, este manejo permitiría la permanencia de la estructura granular que es principalmente construida por las raíces finas de estas plantas. Esto también contribuiría al mantenimiento del contenido de carbono en el suelo. Si a eso se añade la protección frente a la erosión que ejerce la forestación, se podría generar un incremento en la reserva de carbono en el suelo.

- Conservar los restos orgánicos en el rodal (hojarasca, residuos de poda, troncos) ya que éstos contribuyen a la incorporación de materia orgánica y al reciclaje de los nutrientes retirados por los árboles. Además, contribuyen a la conservación de la biodiversidad del suelo.

- Desarrollar un sistema de cosecha que evite la tala rasa, ya que el retiro completo de la cobertura arbórea elimina la intercepción que provocan tanto el dosel como las ramas y los fustes de los árboles. Esta intercepción disminuye la energía cinética de la gota de agua y en consecuencia el impacto de la misma sobre el suelo (Figura 7). Por otra parte, los árboles contribuyen a la infiltración del agua, evitando su escurrimiento y la consecuente pérdida de suelo por erosión hídrica.

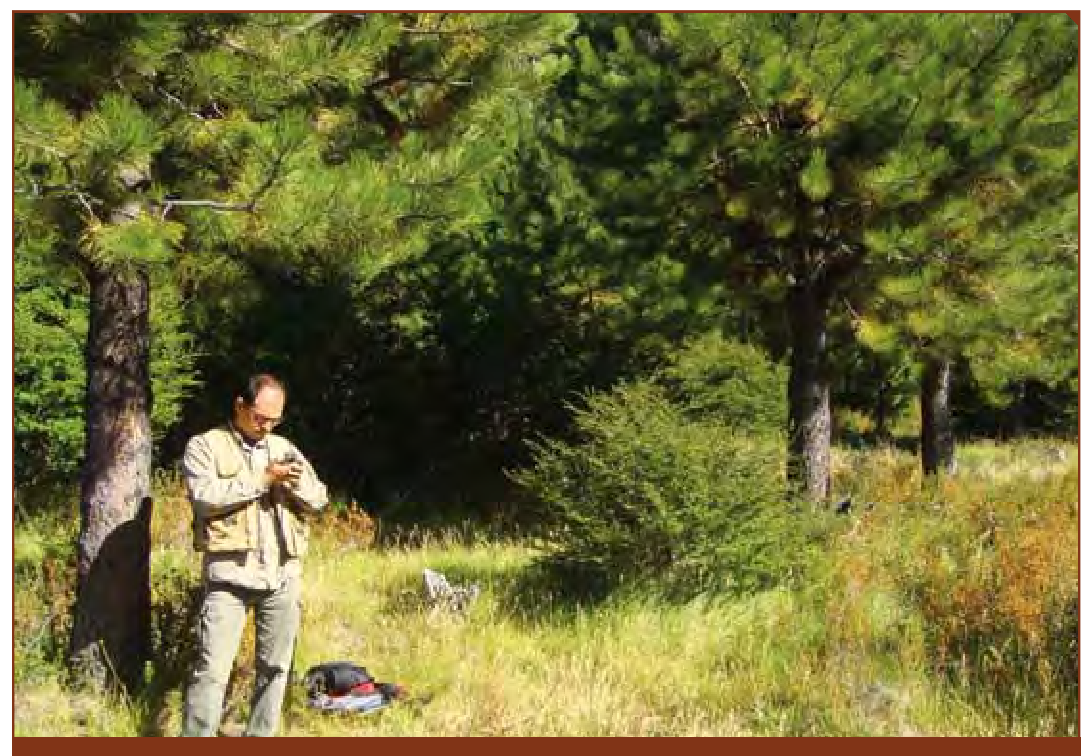


Figura 6. Plantación abierta. Obsérvese la abundancia de vegetación arbustiva y herbácea, con una cobertura del suelo de 100%.



Figura 7. Impacto de la gota de lluvia sobre suelo descubierto de vegetación.

- Implementar un monitoreo de indicadores edáficos: pH, carbono orgánico, densidad aparente, a fin de evaluar la sustentabilidad de los sistemas forestales implantados. En caso de que los impactos signifiquen la pérdida de potencialidad productiva del sistema, contar con esa información de base para implementar medidas correctivas (Figura 8).



Figura 8. Muestreo de la densidad aparente del suelo. Autor: Patricia Broquen

BIBLIOGRAFÍA

Broquen P., J. Girardin, M.C. Frugoni 1995. Evaluación de algunas propiedades de suelos derivados de cenizas volcánicas asociadas a forestaciones con coníferas exóticas. Bosque 16(2) 69-79.

Broquen P., G. Falbo, M.C. Frugoni, J. Girardin, M.Guido, P.Martinese 2000. Estructura y porosidad en andisoles con vegetación natural y con plantaciones de *Pinus ponderosa* Dougl. en el sudoeste de Neuquén, Argentina. Bosque 21(1) 25-36.

Broquen P., F. Candan, G. Falbo, G.Girardin, A. Apcarián. 2002. Efecto del *Pinus ponderosa* Dougl. sobre la reacción del suelo en el Sudoeste del Neuquén, Argentina. Bosque 23(1) 47-59.

Broquen P., G. Falbo, A. Apcarián, F. Candan, J. Girardin, V. Pellegrini 2003. Relaciones entre las forestaciones, la erosión del suelo y la potencialidad productiva en la transición bosque-estepa (Andinopatagonia, Argentina). Invest. Agrar. : Sist. Recur. For. 12 (2): 99-110.

Broquen P., F. Candan, G. Falbo, J. Girardin, V. Pellegrini. 2005. Impacto del *Pinus ponderosa* sobre la acidificación de los suelos de la transición bosque-estepa, SO del Neuquén, Argentina. Bosque 26(3) 63-74.

Broquen P., F. Candan, J. Girardin 2007. Síntomas de recuperación de suelos ándicos degradados relacionados con forestaciones de Pino ponderosa. *Reunión sobre Forestación en la Patagonia. Ecoforestar 2007*. Esquel, Chubut (Argentina). 25-27. p. 230-234.

Candan F., P. Broquen, G. Falbo 2003. Propiedades químicas de un vitrixerand húmico y un haploxerol vitrándico bajo pino ponderosa y estepa (SO Neuquén). Revista de Investigaciones Agropecuarias, 2003: 71-88.

Candan F., P. Broquen, V. Pellegrini, G. Falbo. 2004. Estabilidad de la estructura de suelos ándicos bajo diferentes usos. *En*: XIX Congreso Argentino de la Ciencia del Suelo. Resumen p. 269. Trabajo publicado en CD ROM 11 p.

Candan F., P. Broquen, V. Pellegrini. 2006. Cambios en el sotobosque asociados al reemplazo de la vegetación natural por *Pinus ponderosa* Dougl. con diferentes manejos (SO de Neuquén, Argentina) Invest. Agrar., Sist Recur For 15(1): 50-65

Candan F., P. Broquen P. 2009. Aggregate stability and related properties in NW Patagonian Andisols. Geoderma. 154: 42-47.

Diehl P., M.J.Mazzarino, S. Fontenla. 2008. Plant limiting nutrients in Andean-Patagonian woody species: Effects of interannual rainfall variation, soil fertility and mycorrhizal infection. Forest Ecology and Management, 255(7): 2973-2980.

FAO.2002. Captura de carbono en los suelos para un mejor manejo de la tierra. Informes sobre recursos mundiales de suelos 96. FAO Roma. 64 p.

Laclau P. 2003. Biomass and carbon sequestration of ponderosa pine plantations and native cypress forests in northwest Patagonia. Forest Ecology and Management 180: 317–333.

Rusch V., M.V. Cremona. 2004. Factores críticos de las plantaciones forestales: Nutrientes y plantaciones. (PIA 08/04 y proyecto INTA). Inédito.

Rusch V., M. Urquiza. 2006. Variables del suelo como indicadoras de manejo forestal sustentable: el caso de las plantaciones de *Pinus ponderosa* en el NO de la Patagonia Argentina. Inédito.

Sicard L. 2002. Desde la arcilla y el sudor hasta la vida misma. Revista Tierra. Ed.: Hesse M. y Pérez C. p: 1 -20.

USDA Forest Service. 2011. Healthy Soils Build Healthy Ecosystems. https://www.youtube.com /watch?v=Glf72lg10cA&list=LLLX8VsRWowkSN3-l1M1ifuA&index=19



EL CONTROL DE LA INVASIÓN BIOLÓGICA

AUTORES: Mauro M. Sarasola, Martín Núñez, Cecilia Núñez, Ivonne Orellana y Juan P. Diez

Revisores: Alejandro Dezzotti y Sara Castañeda

6

Cómo se cita este capítulo:

Sarasola M.M., M. Núñez, C. Núñez, I. Orellana, J.P. Diez. 2015. El control de la invasión biológica. Manual de Buenas Prácticas para el manejo de plantaciones forestales en el noroeste de la Patagonia. Editores: L. Chauchard, M.C. Frugoni, C. Nowak. Editorial Buenos Aires. Cap. 6. p: 119-138



INTRODUCCIÓN

¿QUÉ ES UNA INVASIÓN BIOLÓGICA?

Las invasiones biológicas son procesos que se originan cuando las especies son trasladadas accidental o intencionalmente a un ambiente del cual no son originarias y allí se desarrollan, reproducen y extienden en el espacio, sin necesidad de la reintroducción de nuevos individuos para mantener a la población (Global Invasive Species Programme – GISP). Los procesos que determinan la distribución y abundancia de estas especies en el nuevo ambiente son similares a los de las nativas, con las cuales generan nuevas relaciones ecológicas (competencia, depredación, herbivoría, etc.) que pueden modificar la sucesión y conformar nuevas comunidades. Por tal motivo, la mayor parte de las especies que arriban a sistemas relativamente estables fallan y sólo una pequeña fracción logra instalarse, tornándose invasora (Williamson 1996, Zenni y Nuñez 2013).

Los procesos de invasión constan básicamente de tres etapas: a)introducción, b)naturalización y c)colonización o invasión propiamente dicha (Figura 1.). En relación a las plantas, la introducción se refiere a la llegada de una especie a los nuevos ambientes, en forma accidental o intencional con fines ornamentales o productivos. La naturalización sucede cuando las especies introducidas subsisten, se desarrollan y generan descendencia que sobrevive, crece y se desarrolla en cercanías de la fuente de origen. La colonización ocurre cuando esta nueva descendencia se reproduce y genera más descendencia, pero a mayores distancias y expandiéndose en forma significativa. El grado o intensidad en que ocurre esta última etapa determina la ocurrencia de la invasión. El tiempo que ocurre entre a y b o entre b y c es variable (fase de retardo), pudiendo ser desde pocos a cientos de años o no ocurrir nunca.

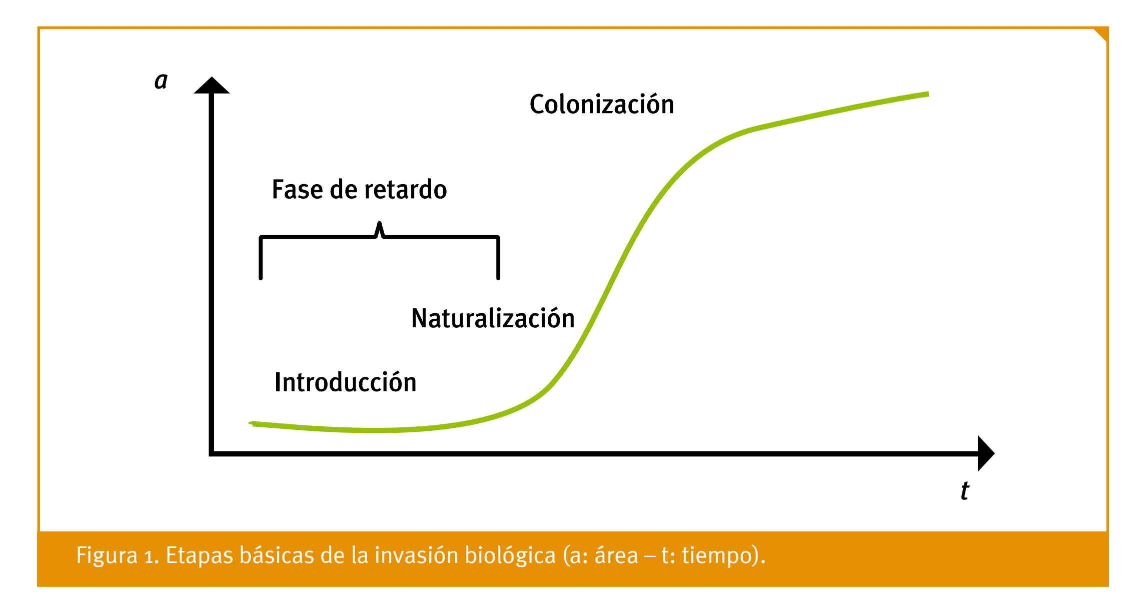


Figura 1. Etapas básicas de la invasión biológica (a: área – t: tiempo).

Para decidir si una especie de planta está invadiendo un determinado sistema, se recomienda considerar la producción de descendencia viable (es decir, que ya produce su propia descendencia) a distancias considerables de la planta madre: más de 100 m en menos de 50 años para especies que se reproducen por semillas y más de 6 m en 3 años para especies que se reproducen vegetativamente (Richardson *et al.* 2000).

¿POR QUÉ PREOCUPAN LAS INVASIONES BIOLÓGICAS?

Las invasiones causan preocupación a nivel internacional por el impacto que pueden causar sobre los sistemas naturales y productivos. En consecuencia, existen programas a nivel internacional para confeccionar bases de datos, desarrollar formas de control y generar conciencia sobre las especies invasoras (Drake 2005, Vilá *et al.* 2008).Las invasiones pueden alterar profundamente la estructura y función de los ecosistemas a través de la pérdida y el desplazamiento de especies, la reducción de hábitats y el consumo diferencial de recursos tales como el agua y los nutrientes. Estos procesos, a su vez, pueden provocar cambios en las características del suelo, la fisonomía del paisaje y los regímenes de disturbios naturales, por ejemplo, acelerando o retrasando los ciclos naturales de ocurrencia del fuego debido a los cambios en la composición de especies y la respuesta al fuego de las mismas (Hobbs y Mooney 1986, Vitousek *et al.* 1987,1996, Heywood 1989, Ewel *et al.* 1999).

¿POR QUÉ OCURRE UNA INVASIÓN BIOLÓGICA?

En términos generales, la invasión de una comunidad por una especie introducida depende principalmente de las características de la especie y del ambiente receptor. La especie introducida debe tener un potencial invasor, el cual está relacionado con sus atributos biológicos, sus requerimientos eco-fisiológicos y su capacidad de dispersarse y reproducirse, así como por el número de propágulos (individuos, especímenes) que arriba al nuevo sitio (presión de propágulos) (Núñez *et al.* 2011). Por su parte, el ecosistema receptor debe tener ciertas condiciones que lo hacen susceptible a ser invadido por esa especie, que están relacionadas con la calidad del hábitat, el estado de intervención o degradación, el grado de cobertura y el nivel o frecuencia de disturbios (Rejmánek 1996,Lonsdale 1999).

Por lo tanto, una especie puede tener la capacidad invasora para invadir un determinado ambiente (por ejemplo la estepa) pero no para invadir otro (por ejemplo el bosque). De la misma manera, un determinado tipo de ambiente puede ser susceptible de ser invadido por una especie pero no por otras. Esta relación especie-ambiente, se ve influenciada por el estado en que se encuentra ese ambiente y su grado de intervención o degradación. Por tal motivo, para predecir la potencialidad de ocurrencia de una invasión debemos considerar la especie y el ambiente en que la misma será introducida. En general, los ambientes menos disturbados son más resistentes (menos susceptibles) a la invasión y las actividades humanas que alteran los ecosistemas a menudo incrementan la probabilidad de ocurrencia de invasiones (Ewel *et al.*1999).

La competencia interespecífica y la exclusión competitiva que se lleva a cabo en las comunidades locales naturales determinan en muchos casos el éxito o fracaso del desarrollo de las especies introducidas. Una especie que está invadiendo tendrá éxito si no encuentra una intensa o persistente competencia por recursos de parte de las especies residentes (luz, agua y nutrientes). Asumiendo esto, cualquier factor que incremente la disponibilidad de recursos limitantes, como por ejemplo un disturbio puede incrementar la vulnerabilidad de una comunidad a la invasión.

Los disturbios han jugado un papel importante en la invasión de pinos en diferentes ambientes y regiones, en forma directa o indirecta, por ejemplo reduciendo la presión de los competidores y haciéndola más susceptible a invasiones. Por un lado, la introducción de pastoreo coincide con el inicio de invasiones en determinados ambientes. Por otro lado, el abandono del pastoreo favorecería el desarrollo de las invasiones, debido a que disminuye fuertemente la cobertura herbácea que pueden competir con los pinos, aunque la presión de pastoreo también se puede ejercer sobre las especies invasoras del sitio. El fuego, por su parte, también se menciona como un disturbio que promueve la ocurrencia de invasiones, principalmente liberando las semillas de los conos serotinos y pérdida de cobertura vegetal, proveyendo condiciones adecuadas para el establecimiento de plántulas (Richardson y Bond 1991). Por lo tanto, **la susceptibilidad de una comunidad a la invasión no es un atributo permanente o estático sino que es una condición que fluctúa a lo largo del tiempo.**

¿POR QUÉ ES NECESARIO VINCULAR LA INVASIÓN BIOLÓGICA CON LAS PLANTACIONES DE PINO?

Las invasiones biológicas generadas por especies arbóreas son especialmente preocupantes dado la capacidad de los árboles de modificar el ambiente. Dentro de éstas se encuentran las invasiones generadas por coníferas de la familia Pináceas, en particular las del género *Pinus*. Estas coníferas son comúnmente introducidas en diferentes regiones del mundo para plantaciones comerciales con fines productivos, de reparo, de fijación de suelos (en áreas de pendiente o muy degradadas) y ornamentales. Este grupo ha generado invasiones que produjeron impactos ambientales negativos asociados a la pérdida de la biodiversidad local (disminución de hábitat, exclusión competitiva de especies), alteraciones al régimen de disturbios naturales (por ejemplo el fuego) y la disponibilidad de nutrientes y agua (por ejemplo disminuyendo el nivel de la napa freática), entre otros.

En el Hemisferio Sur existen al menos 16 especies de pino invasoras (Richardson 1994). Se diferencian de las no invasoras por tres características relacionadas con su biología reproductiva y la presión de propágulos: i) el peso de las semillas es menor, lo cual favorece la dispersión y por ende la invasión, ii) la duración del período juvenil es más corto, lo que determina un inicio más temprano en la producción de semillas viables y iii) el tiempo que transcurre entre períodos de mucha fecundidad es menor, lo que provoca que la producción de semillas sea mayor y más continua a lo largo del ciclo de vida, que junto a las anteriores características aumenta el potencial de invasión (Rejmánek y Richardson 1996). La capacidad de las coníferas arbóreas de alcanzar gran porte y formar densos rodales provocan que luego de una invasión dominen o reemplacen la vegetación natural

de un ecosistema. Esto produce marcados cambios en la abundancia relativa de la biota nativa, los nutrientes y la hidrología y el funcionamiento de los ecosistemas invadidos (Le Maitre *et al.* 2000, Scott *et al.* 2001).

PLANTACIONES DE PINOS E INVASIÓN: ¿QUÉ PASÓ EN OTROS PAÍSES?

Otras regiones del hemisferio sur con ambientes similares a los de nuestra región y compuestos por estepas, matorrales, bosques abiertos y alterados, han sufrido la invasión por pinos (Richardson 1999). En Sudáfrica, arbustales naturales se han convertido en pinares resultando en la extinción local de muchas de las plantas nativas (Richardson y van Wilgen 1986). En Nueva Zelanda los pinos invadieron pastizales, alterando la sucesión secundaria. En la actualidad 1.7 millones de hectáreas están invadidas por pinos en este país (aprox. 6% del área del país) (Figura 2), excluyendo la extensa área de plantaciones. Esto ha producido que Nueva Zelanda gaste millones de dólares por año en su control, tanto con fines de protección del medio ambiente como para proteger actividades productivas que quedan imposibilitadas por la presencia de pináceas.En Australia, Nueva Zelanda y Sudáfrica, los pinos causan importantes problemas en el manejo de pastizales para pastoreo, cuencas y áreas protegidas (Richardson *et al.* 1994, Higgins *et al.* 1998, Richardson *et al.* 1998, Ledgard 2001, 2002). En términos generales, las invasiones en pastizales han requerido menores niveles de disturbios que los arbustales y las comunidades boscosas, los cuales sin disturbios intensos, son los sistemas más resistentes a la invasión.

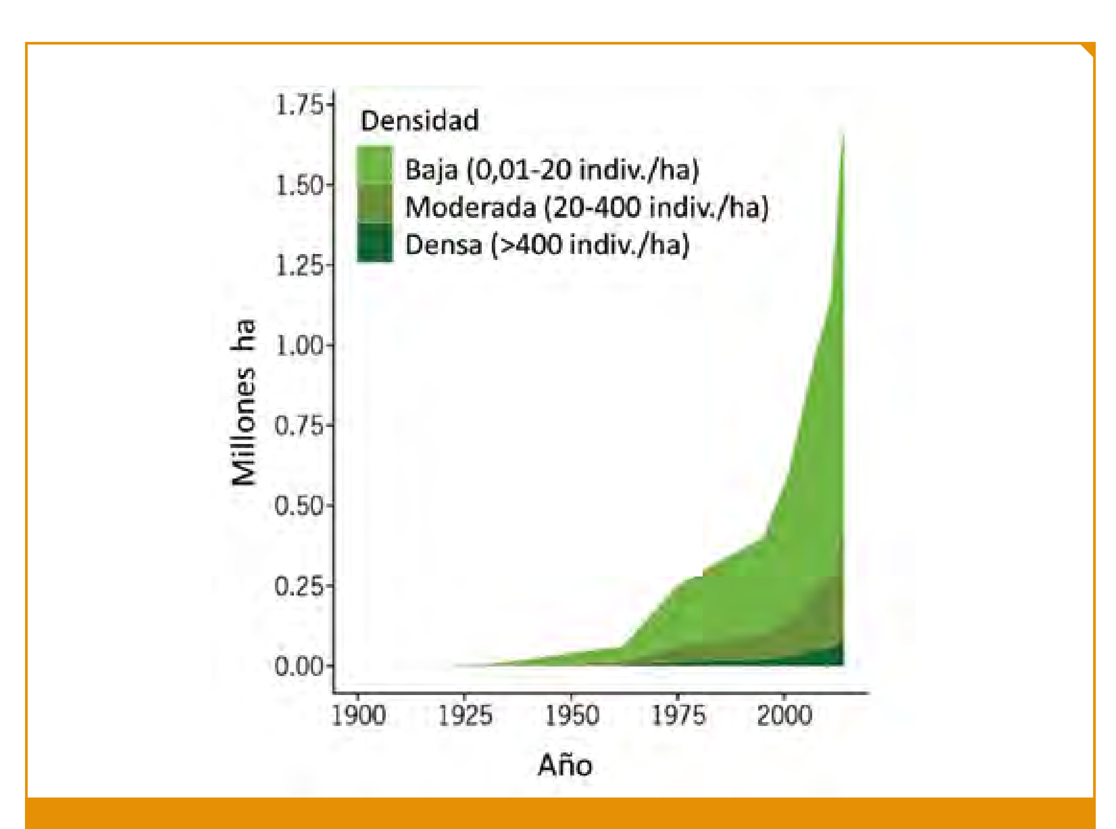


Figura 2. Área aproximada de invasión de coníferas en Nueva Zelanda (1900-1914). Adaptado de "Ministry for Primary Industries." 2014. The right tree in the right place New Zealand Wilding Conifer Management Strategy 2015–2030. 40pp.

INVASIONES DE CONÍFERAS EN LA PATAGONIA

La temática sobre las invasiones de pino en la Patagonia debe ser considerada en los planes de manejo predial así como los de desarrollo forestal comunales, de cuencas, regionales y provinciales. En las últimas cinco décadas se instalaron macizos forestales con fines productivos, así como de promoción social, desde el norte de Neuquén hasta el centro de Chubut, promovidos principalmente por los incentivos fiscales a la producción forestal, constituyendo en algunos sectores pequeños polos forestales de más de mil hectáreas. Si bien no se registran grandes superficies invadidas, existen procesos de invasión incipiente a escala local en la cual diferentes especies de pinos están regenerando y colonizando naturalmente la estepa y el bosque nativo abierto o alterado, lindante a las plantaciones que producen semillas, en las tres provincias donde se forestó (Chauchard *et al.* 1988, Caccia y Ballaré 1998, Simberloff *et al.* 2002, Sarasola *et al.* 2006). También el pino regenera naturalmente en los costados de los caminos cercanos o próximos a forestaciones (Orellana *et al.* 2013) y en plantaciones afectadas por incendios (Raffaele y Nilsson 2006).

De los antecedentes en la región se desprende que hay dos factores que resultan claves para el manejo: el tipo de especie de pino introducida y el tipo de ambiente circundante a donde se han plantado. Ciertas combinaciones de especie-ambiente deberían incluir el manejo de la regeneración, como un aspecto más en los planes de manejo de las forestaciones.

ESPECIES INTRODUCIDAS

Las cuatro especies de pino más introducidas para plantaciones comerciales son pino ponderosa (*Pinus ponderosa*), pino murrayana (*Pinus contorta*), pino oregón (*Pseudotsuga menziesii*) y pino radiata (*Pinus radiata*). Estas especies invadieron pastizales, matorrales y bosques abiertos y alterados en otras regiones del mundo similares a nuestra región, esto ha causado importantes problemas en el manejo de pastizales para pastoreo, de cuencas y de áreas protegidas.

AMBIENTES NATURALES LOCALES FORESTADOS

En el noroeste de la Región Andino Patagónica, la mayor intervención y ocupación del hombre ha incrementado fuertemente el grado, el tipo y la intensidad de ciertos disturbios con el consiguiente impacto sobre la composición, estructura e integridad de las comunidades. Desde el arribo de la colonización europea, se introdujo el ganado doméstico y las especies agrícolas y forrajeras. Para tal fin, se realizaron desmontes y quemas de los sistemas boscosos y arbustivos para el uso agrícola y la extracción de leña para calefacción y de madera para construcciones (Laclau 1997). Las plantaciones de la región están asentadas principalmente en el ecotono entre el bosque de ciprés de la cordillera (*Austrocedrus chilensis*) y ñire (*Nothofagus antarctica*) y el matorral mixto y la estepa. Si bien un porcentaje de las plantaciones reemplazaron bosques nativos de *Nothofagus*, de ciprés, de ñire y matorrales mixtos, en la actualidad se llevan a cabo en áreas desprovistas de bosques debido a restricciones ambientales, sociales y legales.

¿QUÉ SABEMOS SOBRE LA INVASIÓN DE PINOS EN LA PATAGONIA?

Para la región patagónica, existen diversos antecedentes de trabajos que han abordado el estudio del potencial de las especies forestales introducidas de invadir las comunidades locales. Los mismos analizaron distancias de reclutamiento en función del tiempo, factores que limitan y/o facilitan el mismo, diferencias entre especies y entre ambientes locales entre otros.

Invasión en estepas

Las forestaciones en la estepa se han realizado con pino ponderosa y en menor grado con pino murrayana. Mientras la mayoría de las plantaciones de pino murrayana presentan reclutamiento de renovales en los sistemas lindantes, no es así en las plantaciones de pino ponderosa (Figura 3). Plantaciones jóvenes de pino murrayana (20-25 años) presentan mayor capacidad invasora alcanzando distancias de dispersión desde las plantaciones hasta 150 a 300 m, con altas densidades de individuos cerca de las plantaciones disminuyendo a mayor distancia. Se han llegado a encontrar renovales aislados a más de 1000 m de las plantaciones. El reclutamiento de pino ponderosa es entre 3 y 4 veces menor que el de pino murrayana, tanto en distancias de expansión como en las densidades de los focos. Mientras que pino murrayana comienza a producir descendencia alrededor de los 12 años, aunque hay individuos de 8 años fértiles, pino ponderosa comienza aproximadamente a los 18 años. Estepas muy pastoreadas presentan escaso o nulo reclutamiento mientras que en aquellas en las que se ha retirado el ganado el avance es mayor. El pino murrayana puede catalogarse como planta invasora (PI) mientras que pino ponderosa no, teniendo en cuenta el ritmo de avance y la densidad de regeneración sustancialmente menores (Sarasola *et al.* 2006). Al ser la invasión un proceso dinámico el caso de ponderosa requiere ser monitoreado. Aunque es una especie ya no plantada, pino radiata ha demostrado tener también capacidad de invasión en la estepa. Así también es común observar colas de invasiones con individuos aislados en el extremo de la misma, que en algún caso como en la zona de Epuyén, superan también los 1000 metros de distancia desde los ejemplares plantados.

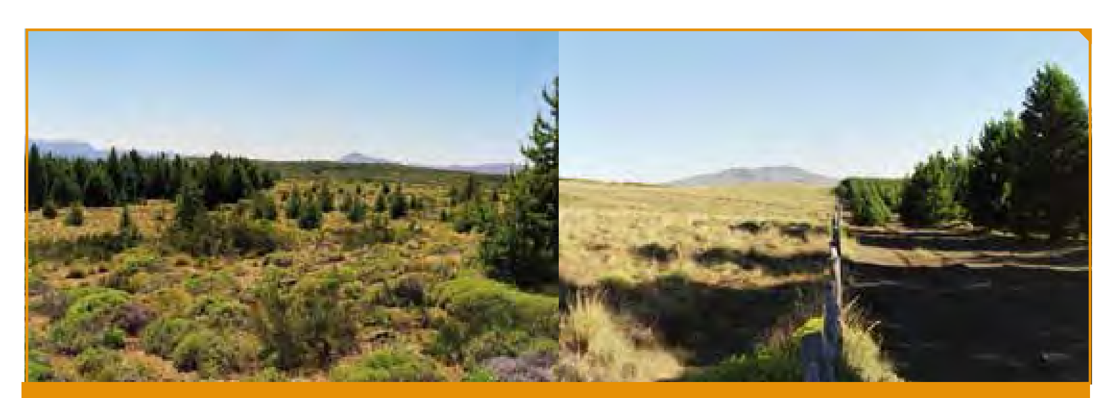


Figura 3. (a) Regeneración de pino murrayana creciendo en estepa lindante a la plantación. Prov. de Río Negro 2002. (b) Ausencia de regeneración en estepa lindante a una Plantación de pino ponderosa. Prov. del Neuquén 2002.

Invasión en arbustales, matorrales y bosques mixtos bajos

Los sistemas mixtos con invasión compuestos por ñire (*Nothofagus antarctica*), ciprés (*Austrocedrus chilensis*), radal (*Lomatia hirsuta*), retamo (*Diostea juncea*) y laura (*Schinus patagonica*) en proporciones variables, presentan un grado alto de alteración por otros usos previos o disturbios naturales más antiguos. Entre los más comunes se encuentran la extracción leñera y la presencia de ganado bovino y ovino con sendas, claros, ramoneo y otros disturbios asociados. Asimismo muchos matorrales mixtos tienen una historia de fuego previa. El pino oregón se comporta como PI, presenta una capacidad de avance de entre 150 y 250 m con el mismo patrón descripto para pino murrayana, con altas densidades de renovales cerca de la plantación y una disminución en áreas alejadas, que representa un patrón similar al de la dispersión de las semillas por el viento (Figura 4). En el caso de matorrales muy densos con escaso nivel de intervención, el reclutamiento de pinos es casi nulo. Esta especie comienza a producir descendencia entre los 17 y 20 años, aunque la edad de inicio del estadio reproductivo puede ser menor (Orellana y Raffaele 2010, Chauchard *et al.* 1988).

Caso de estudio. Invasión de pino oregón en matorrales

En una plantación mixta cercana a la localidad de Villa la Angostura, de más de 40 años y una superficie de 25 ha, se ha registrado en un matorral asociado a ciprés una cola de invasión de 300 metros que ocupa una superficie de 10,5 ha. Los primeros individuos naturales se instalaron cuando la plantación tenía entre 18 y 22 años de implantada, y estos renovales mostraron elevadas tasas de crecimiento, del orden del 20 % en volumen y de casi un metro por año en altura (Chauchard *et al.* 1988). La especie invasora ha sido casi exclusivamente pino oregón, el cual se fue instalando en las áreas más abiertas del matorral, aprovechando su capacidad de soportar media sombra en sus primeros estadíos. Transcurridos 27 años de haberse cortado completamente la masa madre, hoy perduran ejemplares naturalizados en la cola de invasión, que han logrado sobrevivir entre el matorral. Los más viejos son de gran porte y continúan promoviendo la regeneración en las áreas cercanas con coberturas abierta a semi-abiertas, no registrándose individuos en el dosel cerrado del bosque-matorral.

Invasiones en bosques de ciprés de la cordillera

En estos sistemas se ha plantado mayormente pino oregón, pino ponderosa y pino radiata. Pino oregón es el que ha mostrado mayor capacidad invasora, extendiéndose en plantaciones de 30 a 35 años en forma continua como un frente de renovales hasta los 150 m y alcanzando distancias mayores generando individuos aislados a más de 1.000 m de la fuente de origen. También se ha observado que la densidad de renovales de pino oregón supera ampliamente la densidad de renovales del ciprés de la cordillera, en las áreas de borde de las plantaciones (Orellana y Raffaele 2010). Las plantaciones de pino oregón presentan la particularidad de ser pequeñas y dispersas en el bosque. Si bien no son muy significativas en términos de superficie implantada, sí son importantes de manejar ya que cada una de ellas constituye un potencial foco de invasión. Pino ponderosa y

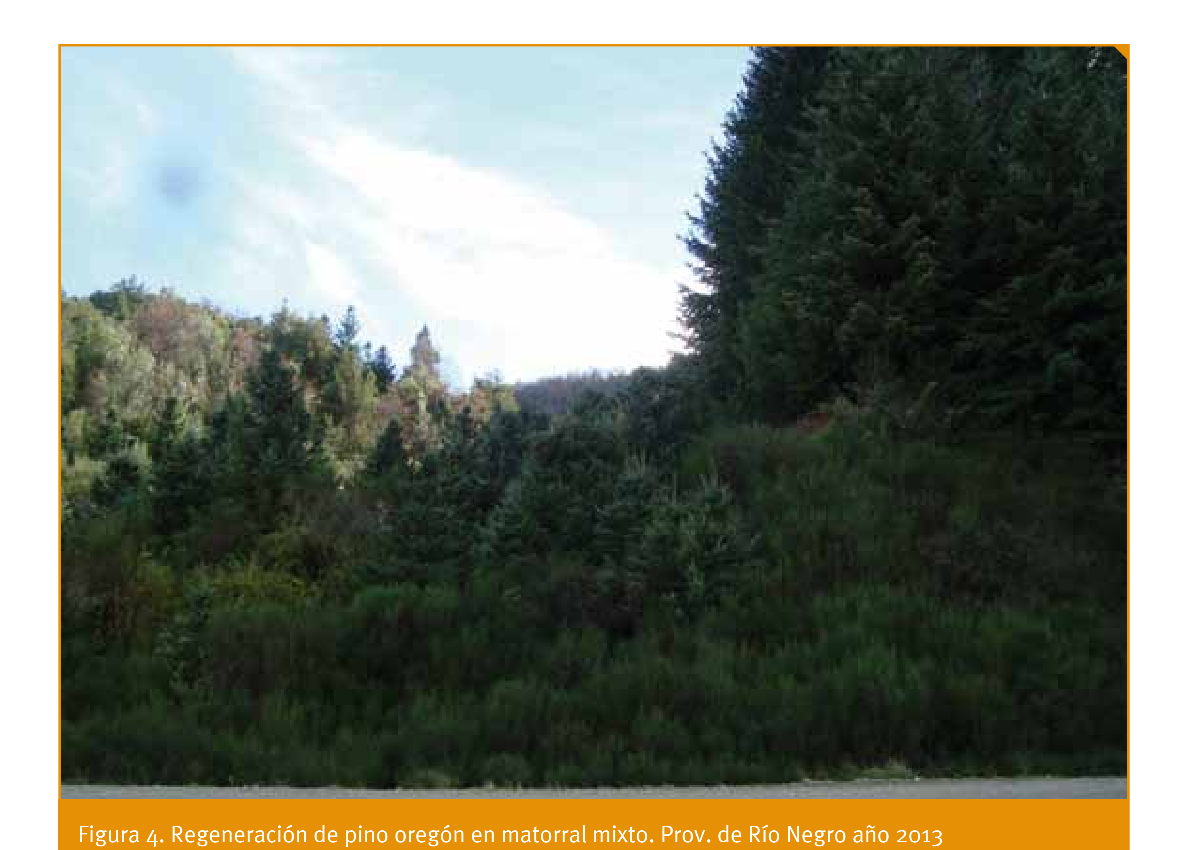


Figura 4. Regeneración de pino oregón en matorral mixto. Prov. de Río Negro año 2013

pino radiata también son capaces de regenerar en estos bosques, pero con un ritmo de avance y densidades menores (Orellana *et al.* 2004, Sarasola *et al.* 2006). Estas especies comienzan a producir descendencia entre los 17 y 19 años. Los sitios con mayor reclutamiento son los claros, bordes de sendas y caminos manifestando nuevamente el rol clave de estos disturbios en favorecer la regeneración. Pino radiata y pino murrayana regenera con altísimas densidades en el área de las plantaciones originales afectadas por el fuego.

Invasiones en bosques de coihue y bosques mixtos de ciprés de la cordillera y coihue

El establecimiento de plantaciones en este tipo de bosque no es común como en los ecosistemas mencionados anteriormente. En estas áreas, donde se han introducido plantaciones de diversas especies, pino oregón sería la única especie capaz de establecerse, llegando a altas densidades en áreas abiertas a semi-abiertas, en cercanías de la plantación, llegando hasta los 300 m de distancia con menores densidades. Otras especies implantadas como pino silvestre (*Pinus sylvestris*) o pino radiata no colonizan estos bosques nativos. El avance y la mayor densidad de renovales se producen en lugares abiertos como bordes de camino, pequeñas áreas de pasturas y senderos de animales, y disminuye a medida que el bosque nativo se vuelve más denso, siendo su presencia casi nula en el bosque nativo cerrado. La depredación de semillas y la ausencia de micorrizas son factores que también limitan el avance de las coníferas introducidas en estos ambientes. La resistencia de estos ambientes a la invasión no es una característica estática sino que varía, sobre todo a partir de la ocurrencia de disturbios y cambios de uso del suelo. Por tal motivo, la comunidad local que hoy se presenta como resistente, puede variar y tornarse susceptible en el futuro.

POTENCIALES IMPACTOS EN LA PATAGONIA

Al analizar el caso de las plantaciones de pino, en el marco de las tres etapas de un proceso de invasión, la primera etapa de introducción es de carácter intencional y está diseñada para lograr una alta supervivencia y crecimiento de las plantas, promovido por la selección de especies y procedencias, viverización, selección de sitio y plantación. Esta primera etapa en consecuencia ha ocurrido y sigue ocurriendo en un contexto muy favorable. La segunda etapa de naturalización también está teniendo lugar en la región, debido a que las forestaciones se han desarrollado exitosamente y producen descendencia cerca de la fuente de semillas. La tercera etapa se puede considerar que aún no ha sucedido a escala regional, sin embargo aparecen algunos indicios en ciertos procesos de expansión que evidencian que sí está ocurriendo en determinadas plantaciones de mayor edad. Ello es motivo suficiente para que las situaciones de las plantaciones en los distintos ambientes sean vigiladas a través de un plan de monitoreo y control; sobre todo porque muchas de estas plantaciones se encuentran dentro de Áreas Protegidas.

Los impactos que podría ocasionar una invasión de pino a gran escala en los sistemas naturales y semi-naturales serían el consumo diferencial de recursos, principalmente agua y nutrientes, la alteración de los regímenes naturales de disturbios y los cambios en la biodiversidad local y el paisaje debido a la fragmentación, alteración, disminución y pérdida de hábitats y sus procesos. Esto afectaría a las áreas de conservación y uso ganadero de la estepa, y los servicios ambientales que ofrecen los sistemas naturales, así como la ocurrencia de procesos particulares como una interferencia polínica del pino oregón contra ciprés de la cordillera, lo que afectaría la producción de semillas de esta última (Martiniuk *et al.* 2011). En términos generales, estos impactos generarían dificultades en áreas que tienen otros objetivos de uso como ser la conservación o el uso ganadero en la estepa. El seguimiento o monitoreo de lo que sucede en los predios con plantaciones, como se expuso, es fundamental, ya que el éxito de una invasión a mayor escala que las registradas hasta hoy, depende de procesos que ocurren a escalas locales o poblacionales y en consecuencia, es fundamental en los predios con plantaciones ejercer el control primario.

FACTORES QUE FACILITAN LAS INVASIONES

- Disturbios: en términos generales los disturbios facilitan la invasión. En sistemas boscosos, la apertura de sendas, la generación de claros, la extracción leñera y la ganadería remueven el suelo y eliminan la competencia, generando condiciones para el establecimiento y supervivencia de renuevos.

- La ganadería: el ganado en sistemas boscosos abre sendas, ramonea, remueve el suelo generando condiciones para el establecimiento y supervivencia de renuevos; mientras que en la estepa, son el retiro de ganado o las cargas moderadas a livianas de animales las que favorecen el reclutamiento.

- La superficie forestada: el incremento en las áreas forestadas genera con el tiempo mayores focos de dispersión de semillas, aumentando las probabilidades de una invasión por una mayor presión de propágulos (semillas) hacia los ambientes lindantes.

- Los bordes de rutas y caminos: al ser sitios altamente disturbados y con abundantes recursos, en especial luz y agua, estos sitios son fácilmente invadidos o colonizados si hay forestaciones cercanas. Por lo tanto estos ambientes particulares, si bien tienen poco valor desde el punto de vista ecológico, pueden ser vectores de semillas hacia otros sitios y favorecer los procesos invasivos. Tales son los casos de las plantaciones con especies con aptitudes para la invasión en zonas boscosas, en los cuales estos sitios se transforman en importantes vías de reclutamiento y expansión.

- La presencia de micorrizas: se ha encontrado que las micorrizas son un factor clave para el éxito de la invasión de algunas especies exóticas. La dispersión y presencia en los ambientes lindantes de inóculos de al menos 15 especies de micorrizas específicas de pino oregón promueve y favorece el desarrollo de las plántulas (Barroetaveña *et al.* 2007, Nuñez *et al.* 2009, Salgado Salomón *et al.* 2013).

- Los animales exóticos: especies como el jabalí y en menor medida el ciervo, son dispersores de hongos micorríticos asociados a estos pinos. En zonas boscosas se ha visto que los ciervos exóticos prefieren consumir plantas nativas, por lo tanto, promoverían su invasión. A pesar de esto es difícil predecir el efecto total de los herbívoros dado que estos también generan otros efectos (redistribución de nutrientes en el suelo con sus heces, o la apertura del sotobosque al transitar por sendas), lo cual hace compleja una evaluación general del efecto de ciertos herbívoros en la invasión de coníferas exóticas.

- Los vientos: en la región favorecen la dispersión de semillas de estas especies y si los mismos son fuertes, podrían estar favoreciendo el reclutamiento de renuevos a grandes distancias de la fuente de origen, generando focos satélites de dispersión difíciles de detectar en las acciones de control (Figura 5). A su vez, la fuerte direccionalidad de los mismos, provenientes principalmente del sector Oeste genera una mayor presión de propágulos sobre sectores ubicados a favor del viento.



Figura 5. Individuos de pino murrayana creciendo a 4 km de la fuente de origen. Prov. del Neuquén, año 2009 Autor: Beatriz Márquez.

FACTORES QUE LIMITAN LAS INVASIONES

- La ausencia de disturbios: si esta es de gran escala, en especial en bosques, limitaría las posibilidades de éxito de una invasión. Esto se debe a que muchas especies de pinos están adaptadas a colonizar áreas recientemente disturbadas.

- La depredación de semillas (granivoría): en estepas, bosques de ciprés, bosques de ñire y bosques de coihue, la depredación de semillas post-dispersión por parte de insectos, pequeños mamíferos y aves, estaría jugando un factor retardante de las invasiones. En ensayos experimentales se han detectado altas tasas de depredación, llegando a valores de afectación superiores al 90% de la simiente producida (Nuñez *et al.* 2008, Sarasola 2012).

- La herbivoría: en las estepas, la herbivoría por altas cargas ganaderas puede frenar la invasión, dado que los pinos pueden formar parte de la dieta de éstos. Sin embargo, es frecuente que muchos de estos individuos ramoneados sobrevivan y continúen siendo potenciales dispersores ante la desaparición de la barrera que ejerce el ganado.

- La ausencia de micorrizas: en los sitios alejados de las forestaciones esta ausencia podría estar limitando el reclutamiento. Dado que todas las especies de pinos requieren de hongos micorrícicos para su supervivencia, la ausencia de las especies adecuadas de hongos estaría frenando la invasión de estas especies. El crecimiento de los pinos es marcadamente menor que en zonas donde se encuentran estos hongos, por lo tanto disminuye el potencial invasivo de estas especies (Nuñez *et al.* 2009, Nuñez *et al.* 2013).

VIGOR INVASOR DE LAS ESPECIES INTRODUCIDAS

En países donde estas especies han invadido, pino murrayana ha sido clasificado como es el más vigoroso, seguido de pino oregón, pino ponderosa y por último pino radiata. Este patrón coincide con el hallado en nuestra región donde pino murrayana en estepa y pino oregón en áreas boscosas tienen mayor capacidad invasora que pino ponderosa. Este patrón es coincidente con las tres características de producción seminal de estas especies: pino murrayana presenta semillas más livianas que se producen a intervalos más cortos y más tempranamente y pino ponderosa posee semillas más pesadas, que se producen a intervalos más largos y más tardíamente, mientras que pino oregón presenta características intermedias (Tabla 1.).

PREVENCIÓN DE LAS INVASIONES DE PINOS

La aplicación de medidas de prevención es clave para evitar la ocurrencia de las invasiones, los altos costos del control y los efectos negativos de las mismas. Los métodos de prevención incluyen diferentes etapas, pero es recomendable diseñarlos desde el momento en que se planifica la realización de una forestación.

A continuación se describen las principales recomendaciones a considerar para prevenir la ocurrencia de invasiones de pinos.

Tabla 1. Características de las tres principales especies de pino introducidas en la Patagonia. Fuentes: USDA Plants Characteristics Natural Resources Conservation Service; Daniel *et al.* 1982; Vivero Forestal del Campo Forestal General San Martín – INTA Bariloche; Silvics of North America. Vol 1. Conifers. USDA – Forest Service. Agriculture Handbook 654: 675 pp

Característica	*Pinus ponderosa*	*Pinuscontorta*	*Pseudotsugamenziesii*
Precipitación mínima (mm/año)	381	250 a 457	457
Reproducción sexual	Sí	Sí	Sí
Dispersión de la semilla	Anemófila	Anemófila	Anemófila
Susceptibilidad a *Sirex noctilio*	Alta	Alta	Ninguna
Altura media (m)	34 (27-40)	33	66
Capacidad de rebrote	No	Sí	No
Fijación de nitrógeno	No	No	No
Textura de suelo	Adaptado a texturas gruesa y media	Adaptado a texturas gruesa, media y fina	Adaptado a texturas gruesa y medias pero no a finas
Estratificación en frío	Requiere	Requiere	Requiere
Tolerancia a la sequía	Alta	Alta	Baja
Tolerancia al fuego	Alta	Baja	Baja
Tolerancia a la salinidad	No	No	No
Tolerancia a la sombra	Intolerante	Muy intolerante	Intermedia
pH del suelo	6 a 7	6,2 a 7,5	5 a 7,5
Palatabilidad al ramoneo y pastoreo	Baja	Baja	Baja
Cantidad de semillas (semillas/fruto)	30 a 70	10 a 24 hasta 50	25 a 50
Peso de semillas (semillas/kg)	26.500 (15.000 a 50.000) 20.000 a 24.000*	207.000 a 258.000 170.000 a 180.000*	42080 (132.000 a 51.000) 70.000 a 75.000*
Velocidad de dispersión de la semilla	Lenta	Rápida	Moderada
Persistencia de semilla en el fruto	No	No	Si (1/3)
Inicio de producción de estróbilos (años)	15	5-10	12 a 15
Iniciode alta fecundidad (años)	Tardía (e/40-60)	Temprana (e/10 - 20)	Intermedia (e/20 - 40)
Periodicidad de alta producción de semillas (años)	2 - 7 5 (frecuentemente)	1 – 3	3 - 10 años 5 - 7 años(frecuentemente)
Vigor de plántula	Alto	Alto	Alto

DISEÑO DE LAS PLANTACIONES

La dirección de avance de los renovales de pino está fuertemente influenciada por la dirección de los vientos predominantes debido a que la dispersión de las semillas es anemófila. A su vez, los árboles que más aportan semillas son los individuos del borde de la plantación (tradicionalmente denominado bordura de la plantación), ya que encuentran menores limitantes para su dispersión. Por un lado, una recomendación es hacer una bordura a la plantación de 4 a 5 hileras de una especie no invasora, que funcione como

un obstáculo para las semillas de pino. Entre estas especies se podría considerar usar pinos no invasores u otras especies como álamo negro (*Populus nigra*). Por otro lado, la forma dela plantación también puede disminuir el efecto de la presión de propágulos y no favorecer la dispersión de semillas. Para ello, el eje más largo de la forestación no debe estar en ángulo recto a la dirección de los vientos predominantes. En este sentido, forestaciones con una misma superficie pero con diferente forma aportarían diferentes cantidades de semillas a los ambientes lindantes.

SELECCIÓN DE SITIOS DE PLANTACIÓNY ESPECIES

La selección del sitio también puede colaborar en prevenir los procesos invasivos. Se debe evitar ubicar a las plantaciones en zonas muy altas o sitios muy expuestos a los vientos que favorezcan la mayor dispersión de semillas. Plantaciones ubicadas en la media loma del lado de donde proviene el viento presentan menor potencial y velocidad de dispersión de semillas. En cuanto a la selección de la especie con la cual forestar, dentro de los rangos ambientales que presente el sitio, en lugares muy expuestos al viento o pendientes que presentaran alto potencial de dispersión de semillas, así como en cercanías de ambientes locales que por sus condiciones son muy susceptibles a ser invadidos, se recomienda poner especies con menor potencial invasor (pino ponderosa o pino radiata). Finalmente no se recomienda forestar con las especies más propensas a ser invasoras, como pino murrayana y pino oregón, en cercanías de lugares de gran valor de conservación.

MANEJO DE LAS ÁREAS LINDANTES A LA PLANTACIÓN

El manejo de las áreas lindantes es otra herramienta que debe ser utilizada. En las áreas de bosques y matorrales el menor grado de disturbio otorgará resistencia al sistema natural. Por tal motivo, se recomienda no extraer madera (y en caso de requerirse, que se realice la menor intervención posible), no generar movimientos de suelo, no disminuir la cobertura vegetal, no abrir espacios que puedan ser colonizados por las especies exóticas y no permitir la herbivoría del ganado que afecta a las especies locales por pisoteo y ramoneo. Esto es recomendable en un área lindante a la plantación y con un ancho de al menos 100 m, que representa el área donde cae el mayor porcentaje de semillas (mayor al 90 % de la dispersión de borde). En la estepa, se sugiere permitir el pastoreo y pisoteo intensivo del ganado en áreas lindantes a las plantaciones para afectar a las pequeñas plántulas de pinos. En algunos lugares la utilización de caprinos, que necesitan un componente fuerte de especies leñosas en su dieta, también puede actuar como control preventivo comiéndose los renovales de pinos.

MONITOREO

El monitoreo es una herramienta clave para tomar decisiones de prevención y control. A través de un plan apropiado, permite cuantificar el estado de avance de la regeneración natural de las plantas exóticas, y a partir de esta información poder evaluar y decidir las intervenciones de control o erradicación correspondientes. A su vez, sirve como una red

de información que aporta en forma continua a la mejor comprensión de estos procesos en diferentes ambientes y ecorregiones.

El monitoreo tiene dos escalas principales, una local o predial y otra regional o de paisaje.

MONITOREO A ESCALA DE SITIO O PREDIAL

Para el monitoreo a escala predial es importante realizar un inventario sencillo, práctico y ágil que permita estimar rápidamente la densidad de renovales a diferentes distancias de la plantación.

Es conveniente que el plan de monitoreo sea diseñado como parte del plan de realización de la plantación. Ello comenzará con el análisis de los factores ya señalados en cuanto a las especies exóticas a emplear, los ambientes naturales que serán circundantes y sus valores de conservación y las posibles barreras o catalizadores de una posible invasión. Finalmente con todo ello diseñar la plantación en forma preventiva. Posteriormente, el monitoreo debería comenzar a los 14 años para las especies más prolíficas como pino murrayana y pino oregón, y a los 20 años para pino ponderosa. Este monitoreo debe estar diseñado para ser realizado en forma rápida y sistemática y debe contemplar la presencia/ausencia, la densidad y la distancia de avance de los renuevos. El primer paso debe incluir recorridas para la identificación de renuevos y en el caso de presencia acompañar con una descripción de cada situación. Luego se debe cuantificar la presencia, a través de un conteo sistemático de renovales que permita estimar la densidad a diferentes distancias de la plantación y la distancia promedio y máxima de avance del frente de renovales. Para presencias masivas, el muestreo puede hacerse en transectas con medición continua o sistemática en puntos o parcelas, que se trazan en el sentido de avance de la cola de invasión. El muestreo debe estar georreferenciado de manera de poder elaborar un mapa de situación de la invasión y con el tiempo cuantificar el progreso o no de la misma (considerar que la invasión pudo haber tenido posteriormente medidas de erradicación, control o simplemente ninguna acción).

También se debería detectar la presencia de individuos satélite (Figura 6), aquellos que crecen aislados y a distancias considerables de la fuente de dispersión; estos individuos pueden georreferenciarse. En los sectores donde la dispersión de semillas es mayor (los favorecidos por la dispersión del viento o pendiente abajo) se debe poner mayor atención.



Figura 6. Individuo aislado de pino murrayana generando su propia descendencia. Prov. de Río Negro, año 2002.

La periodicidad de los monitoreos dependerá de algunos factores, como ser, la superficie a evaluar, las características de la especie exótica (semillas y semillazón, requerimientos ambientales y biológicos, edad, etc.), los ambientes receptores o linderos, el estado de la invasión y la medidas remediales que se hayan adoptado y finalmente la capacidad de gestión del organismo pertinente. En general, se recomienda que el período de monitoreo y control sea cada 5 años para contabilizar el reclutamiento de nuevos individuos, detectar aquellos que no se midieron o controlaron previamente, evaluar la efectividad de las probables medidas aplicadas y en función de todo ello observar las tendencias poblacionales.

El empleo de registros fotográficos también es muy útil para evaluar el avance de un proceso invasor, tomando fotografías de manera periódica de las zonas aledañas a las plantaciones de un predio, desde un lugar que permita poseer una visión amplia (por ejemplo una loma). Esto permitirá con el paso del tiempo, más los registros inventariados, percibir visualmente el avance del proceso y poder relacionarlos con variables cuantitativas. Para una descripción visual del proceso también se pueden emplear imágenes satelitales, en las cuales, asociadas a fotografías y referencias de campo, se puede ir caracterizando el proceso de la invasión.

MONITOREO A ESCALA REGIONAL Y PROVINCIAL

A escala regional y provincial es necesario armar un sistema de diagnóstico y seguimiento que permita monitorear el estado actual de las invasiones de pino y el progreso a lo largo del tiempo (Figura 7). Para ello, se debe generar una base de datos cartográfica a través de un Sistema de Información Geográfica (SIG), que permita a los decisores evaluar el estado del proceso, identificar zonas de riesgo y finalmente priorizar y diagramar acciones de promoción, prevención y control. Este SIG debe contener la ubicación de departamentos, localidades, rutas, caminos de acceso y las plantaciones forestales productivas y con otros fines (por ejemplo, cortinas de reparo). Además, para cada plantación, se deberá tener información cuali-cuantitativa básica relacionada con el nombre del establecimiento y el propietario, tamaño, especie, edad, presencia de foco de invasión, grado, superficie, densidad y especies y situación de los ambientes circundantes -naturales o antropizados- que la rodean.



Figura 7. Regeneración de Pino murrayana en estepa. Prov. del Neuquén, año 2009.

CONTROL

El control temprano de los pinos creciendo fuera de las áreas de plantación es clave para evitar la invasión y sus impactos ambientales, económicos y sociales. En términos generales, la clave del control en la invasión de pinos es evitar que los renuevos generen nueva descendencia y se conviertan en nuevos focos de dispersión de semillas y aceleren el proceso invasor. Se recomienda ejercer el control en individuos mayores a los 5 años que corresponde a renuevos ya establecidos, debido a que la mortalidad natural de los individuos más jóvenes es común en la mayoría de las poblaciones de plantas. En términos generales, es importante considerar que el costo de aplicar hoy medidas de prevención (monitoreo y control) será mucho menor y más provechoso que los futuros altos costos económicos y ambientales de aplicar un plan de control o erradicación una vez consumada la invasión.

CONTROL MANUAL

El control manual es un método que extrae los renovales de pinos manualmente, sin el uso de herramientas. Esta técnica tiene sus limitaciones, ya que solo es aplicable en situaciones de renovales chicos, menores a 50 cm de altura. Aunque este método no es aplicable en casos de altas densidades, se puede combinar con otros.

CONTROL MECÁNICO

Es probablemente el método de control más utilizado y que sirve para diferentes situaciones. Consiste en la extracción o corte de los renuevos de pino a partir de la utilización de herramientas, entre las que se destacan machetes, hachas de mano, moto-guadañas y motosierras. Este control se puede utilizar en situaciones de baja y alta densidad de renovales.

CONTROL QUÍMICO

El control químico a través de la utilización de herbicidas es un método que debe ser utilizado cuidadosamente y sólo en algunas ocasiones. La utilización de herbicidas a través de perforaciones en el tronco de los árboles o aplicación en la corteza, es recomendable para arboles muy aislados y de difícil acceso, así como árboles de gran porte localizados en áreas boscosas, donde su volteo generaría grandes daños a las masas nativas. Esta aplicación permitiría la muerte en pie del árbol y su desmoronamiento en forma progresiva con el tiempo. Este método no solo ahorra gastos en comparación los métodos mecánicos, sino que también ofrece una mejor oportunidad para la restauración de la vegetación previa, dado que la remoción de la especies es gradual y con menor impacto en la vegetación remanente respecto a los métodos mecánicos. También se pueden utilizar herbicidas en áreas con alta densidad de renovales (menores a 5-7 años), donde la fumigación evitaría el rebrote de los mismos si fueran cortados en forma mecánica (por ejemplo con moto-guadaña).Estudios en nueva Zelanda han mostrado que los tiempos de control -y por ende el costo- es entre 5 y 10 veces menor cuando se usan herbicidas para control de invasiones densas que cuando se usan métodos mecánicos o manuales (Briden *et al.* 2014).

En términos generales, es importante considerar que el costo de aplicar hoy medidas de prevención (monitoreo y control) será mucho menor y más provechoso que los futuros altos costos económicos y ambientales de aplicar un plan de control o erradicación, una vez consumada la invasión.

LAS INVASIONES DE PINO SON CONTROLABLES

A diferencia de las invasiones biológicas de animales, plantas anuales y con propagación vegetativa, las invasiones de pinos pueden ser controladas. Esto es debido principalmente a la **predictibilidad** y la **visibilidad** asociada a que a) las fuentes de dispersión de semillas son fácilmente identificables, b) las semillas son dispersadas básicamente por el viento y debido a que en la región estos vientos provienen principalmente del sector Oeste, se pueden identificar fácilmente las áreas más propensas de ser invadidas, c) se conoce la edad en la cual las especies comienzan a producir semillas, por lo que se puede predecir en qué momento aumenta la probabilidad de la plantación de generar reclutamiento, d) las plantas son muy visibles debido al tamaño que pueden alcanzar, e) el ritmo de avance de los renuevos es relativamente lento comparado con otras especies invasoras como la rosa mosqueta (Rosa rubiginosa) o la retama amarilla (*Cytisus scoparius*) f)se conoce cuáles son los ambientes y sus estados más vulnerables o susceptibles de ser invadidos y g) se cuenta con el conocimiento y la experiencia de otras regiones del mundo donde han ocurrido invasiones de pino.

Por tales motivos, las invasiones de pinos, hasta cierta escala, son procesos controlables. El estado actual de la mayoría de las invasiones de pinos en Patagonia se presenta entonces como una oportunidad para aplicar medidas de prevención y control a tiempo y así evitar lo que ocurrió en otras regiones, en donde la tardía intervención desencadenó la ocurrencia de invasiones de gran escala con enormes costos económicos. El costo de la medida de control o erradicación y la capacidad de gestión de los organismos de aplicación pertinentes, determinan finalmente las posibilidades de acción.

En consecuencia, se desprende de este análisis que desde el punto de vista operativo puede establecerse que:

- Se trata de un proceso que aún se halla en una etapa controlable

- Las medidas de control que se tomen deben abarcar no solo la escala predial sino también la de cuencas/regional.

Además de los productores, los actores que deben cumplir un rol clave son los organismos del estado provincial y nacional que actualmente promueven la actividad forestal en Patagonia, tanto el Ministerio de Agricultura, Ganadería y Pesca de la Nación como las Direcciones de Bosques Provinciales.

En consecuencia, la obligatoriedad de las medidas de control y monitoreo deberían incorporarse efectivamente a las normativas de promoción tanto a nivel de planificación de riesgos, planes de gestión ambiental a nivel predial como en la planificación y evaluación estratégica de impacto ambiental.

BIBLIOGRAFÍA

Barroetaveña C., E. Cázares y M. Rajchemberg 2007. Ectomycorrizal fungi associated with ponderosa pine and Douglas fir: a comparison of species richness in native western North American forest and Patagonian plantations from Argentina. Mycorrhiza, 17, 355-373.

Briden, K., Raal, P. and Stefan, G. 2014.Improving methods for wilding conifer control in New Zealand. Proceedings of the Nineteenth Australasian Weeds Conference 369-371

Caccia, F.D. y C.L. Ballaré. 1998. Effects of tree cover, understory vegetation, and litter on regeneration of Douglas-fir (*Pseudotsuga menziesii*) in southwestern Argentina. Canadian Journal of Forest Research 28(5): 683-692.

Chauchard, L.M., G.A. Loguercio y J. Sens Hourcade. 1988. Inventario Forestal. Plantaciones. Área Península Huemul. Parque Nacional Nahuel Huapi. Informe Técnico. 34 pág.

Daniel, T.W.; J.A. Helms & F.S. Baker.1982.Principios de Silvicultura. Ed. McGRAW-HILL. México 492 pp.

Drake J.A. 2005. Foreword. En: Invasive Plants: Ecological and Agricultural Aspects. Inderjit, S., Ed.; Birkhauser-Verlag: Basel, Switzerland.

Ewel, J.J., D.J. O'Dowd, J. Bergelson, C.C. Daehler, C.M. D´Antonio *et al.* 1999. Deliberate Introductions of Species: Research Needs – Benefits can be reaped, but risks are high. BioScience 49(8): 619-630.

Global Invasive Species Programme (GISP) – HYPERLINK "http://www.gisp.org"

Heywood, V.H. 1989. Patterns, extents and modes of invasions by terrestrial plants.In: Drake J.A.; H.A. Mooney; F. di Castri; R.H. Groves; F.J. Kruger; M. Rejmanek y M. Williamson (eds.). Biological invasions: a global perspective. John Wiley, Chichester,

Higgins, S.I. y D.M. Richardson. 1998. Pine invasions in the southern hemisphere: modelling interactions between organism, environment and disturbance. Plant Ecology 135: 79-93.

Hobbs, R.J. y H.A. Mooney.1986. Community changes following shrub invasion of grassland. Oecología 70: 508-513.

Laclau, P. 1997. Los Ecosistemas Forestales y el Hombre, en el Sur de Chile y Argentina. Boletín Técnico de la Fundación Vida Silvestre Argentina. Nº 34: 147 pág.

Ledgard, N. 2001.The spread of lodgepole pine (*Pinus contorta*, Dougl.) in New Zealand.Forest Ecology and Management 141: 43-57.

Ledgard, N. 2002.The spread of Douglas-fir into native forest. New Zealand journal of Forestry 27: 36-38.

Le Maitre, D.C., D.B. Versfeld y R.A. Chapman. 2000. The impact of invading alien plants on surface water resources in South Africa: A preliminary assessment. Water SA 26(3): 397-408.

Lonsdale, W.M. 1999. Global patterns of plant invasions and the concept of invasibility. Ecology 80: 1522-1536.

Nuñez, M. A., D. Simberloff, and M. A. Relva. 2008. Seed predation as a barrier to alien conifer invasions. Biological invasions 10:1389-1398.

Nuñez, M. A., T. R. Horton, and D. Simberloff. 2009. Lack of belowground mutualisms hinders Pinaceae invasions. Ecology90 2352-2359.

Nuñez, M. A., J. Hayward, T. R. Horton, G. C. Amico, R. D. Dimarco, M. N. Barrios-Garcia, and D. Simberloff. 2013. Exotic Mammals Disperse Exotic Fungi That Promote Invasion by Exotic Trees. PLoS ONE 8:e66832.

Orellana, I., Carabelli, F. y Gómez, M. (2004). Efecto de borde en bosques de *Austrocedrus Chilensis* parcialmente-reemplazadas por coníferas exóticas. EnActas II Reunión Binacional de Ecología. Mendoza: Sociedad Argentina de Ecología.

Orellana, I. y E. Raffaele. 2010. The spread of the exotic conifer *Pseudotsuga menziesii* in *Austrocedrus chilensis* forests and shrublands in northwestern Patagonia, Argentina. New Zealand Journal of Forestry Science 40: 199-209.

Orellana I.A., J.I. Monges, L.M. Acheritobehere. 2013. Estudio de caso: ¿hay invasiones de pináceas en El Foyel, Río Negro? XXXIV Jornadas Argentinas de Botánica, La Plata del 02 al 06 de septiembre de 2013. Boletín SAB 48: 73-74.

Raffaele E. y J. Nilsson. 2006. Establecimiento post-fuego de pinos dentro y fuera de las plantaciones de coníferas exóticas en el Noroeste de la Patagonia. Ecofuego 2006. En: 2º Reunión Patagónica y 3º Nacional sobre Ecología y Manejo del Fuego, Esquel, Argentina, 149-152.

Rejmánek, M. y D. Richardson.1996. What attributes make some plant species more invasive? Ecology 77(6): 1655-1661.

Richardson D.M. 1999.Commercial forestry and agroforestry as sources of invasive alien trees and shrubs. En: Sandlund O.T., P.J. Schei and A. Viken. (eds). Invasive species and Biodiversity Management. Chapter 16, pp. 237-257. Ed. by Kluwer Academic Publishers.

Richardson, D.M. y B.W. van Wilgen.1986. Effects of thirty five years of afforestation with *Pinus radiata* on the composition of Mesic Mountain Fynbos near Stellenbosch. South African Journal of Botany 52: 309-315.

Richardson D. y W. Bond. 1991. Determinants of plant distribution: Evidence from pine invasions. The American Naturalist 137(5): 639-668.

Richardson D.M, P.A. Williams y R.J. Hobbs. 1994. Pine Invasions in the Southern Hemisphere: Determinants of Spread and Invadability. Journal of Biogeography 21(5): 511-527.

Richardson, D.M. y S.I. Higgins. 1998. Pines as invaders in the southern hemisphere. En: Richardson, D.M. (ed). Ecology and Biogeography of *Pinus*, pp. 450-473. Cambridge University Press, Cambridge.

Richardson, D.M. y P.W. Rundel. 1998. Ecology and biogeography of *Pinus*: an introduction. En: Richardson, D.M. (ed). Ecology and Biogeography of *Pinus*, pp. 3-46. Cambridge University Press, Cambridge.

Richardson, D.M., P. Pysek, M. Rejmánek, M.G. Barbour, F.D. Panetta y C.J. West. 2000. Naturalization and invasion of alien plants: concepts and definitions. Diversity and Distributions 6:93-107.

Salgado Salomón, M.E., C. Barroetaveña y M. Rajchenberg. 2013. *Pseudotsuga menziesii* invasion in native forests of Patagonia, Argentina: What about mycorrhizas?. Acta Oecologica 49: 5-11.

Sarasola, M, V. Rusch, T. Schlichter y C. Ghersa. 2006. Invasión de coníferas forestales en áreas de estepa y bosques de ciprés en la Región Andino Patagónica. Ecología Austral 16: 143-156.

Sarasola 2012. Factores que facilitan y limitan la invasión de ecosistemas patagónicos por coníferas introducidas. Tesis Doctoral. Escuela para Graduados Ing. Agr. Alberto Soriano Facultad de Agronomía – Universidad de Buenos Aires. 208 pp.

Scott, N.A., S. Saggar y P.D. McIntosh. 2001. Biogeochemical impact of Hieracium invasion in New Zealand's grazed tussock grasslands: sustainability implications. Ecological Applications 11: 1311–1322.

Simberloff, D., M.A. Relva y M. Nuñez. 2002. Gringos en el bosque: Introduced tree invasion in a native *Nothofagus*/Austrocedrus forest. Biological Invasions 4: 35-53.

Vilà M., F. Valladares, A. Traveset, L. Santamaría y P. Castro (eds.). 2008.Invasiones biológicas. CSIC-Divulgación. Madrid.

Vitousek, P.M., L.R. Walker, L.D. Whiteaker, D. Mueller-Dombois y P.A. Matson. 1987. Biological invasion by Miricafaya alters ecosystem development in Hawaii. Science 238: 802-804.

Vitousek, P.M., C.M. D'Antonio. L.L. Loope y R.Westbrooks.1996. Biological invasions as global environmental change. American Scientist 84: 468–478.

Williamson, M. 1996. Biological invasions. Chapman y Hall. London 244 pp.

Zenni, R. D. and M. A. Nuñez. 2013. The elephant in the room: the role of failed invasions in understanding invasion biology. Oikos:doi: 10.1111/j.1600-0706.2012.00254.x.



SILVICULTURA



LA CALIDAD DE SITIO

AUTORES: Gabriel A. Loguercio y María Cristina Frugoni.
Revisores: Sara Castañeda y Federico Letourneau.

7

Cómo se cita este capítulo:

Loguercio G. y M.C. Frugoni. F. Letourneau, 2015. La calidad de sitio. Manual de Buenas Prácticas para el manejo de plantaciones forestales en el noroeste de la Patagonia. Editores: L. Chauchard, M.C. Frugoni, C. Nowak. Editorial Buenos Aires. Cap 7. p: 141-164



INTRODUCCIÓN

IMPORTANCIA DE CONOCER LA PRODUCTIVIDAD PARA EL MANEJO FORESTAL SUSTENTABLE

Al inicio del período de crecimiento, el aumento de las temperaturas y la disponibilidad de agua en el suelo, producto de lluvias y derretimiento de nieves invernales, favorece la actividad fotosintética de los árboles. Estos capturan carbono del aire, absorben agua y nutrientes del suelo, y lo emplean para producir raíces, tallos y tejidos fotosintéticos como nuevas hojas. La facilidad para obtener recursos del suelo (agua y nutrientes) permite que los fotosintatos se trasloquen más a la parte aérea que subterránea, redundando en un mayor crecimiento del tronco.

Luego de iniciada la primavera, a medida que transcurre la temporada, el déficit hídrico aumenta en el suelo, siendo uno de los factores más limitantes en esta región. El impacto que este tiene sobre el crecimiento depende de la magnitud de las precipitaciones, de la capacidad de almacenamiento de agua del suelo, de la temperatura y la humedad relativa del aire en cada lugar, temporada y especie en particular.

En zonas montañosas, las bajas temperaturas del aire están asociadas a una elevada altitud sobre el nivel del mar, o a la posición topográfica en el paisaje, como ocurre en zonas planas de fondos de valle. También las temperaturas son menores a mayor latitud. Las bajas temperaturas afectan la actividad fotosintética, hasta el punto de condicionar el crecimiento, el desarrollo natural e incluso la supervivencia de los árboles.

El “sitio” refiere a un área considerada en términos de su ambiente, particularmente de cómo este determina el tipo y calidad de vegetación que en él puede crecer (Sociedad Forestal Americana 1971). De ser necesario el sitio puede ser clasificado cualitativamente en tipos de sitios, por su clima, suelo y vegetación, y cuantitativamente en clases de sitio por su potencial para la producción primaria de madera (Avery y Burkhart 1994).

La productividad forestal es la capacidad que posee una superficie de terreno para sostener el crecimiento de árboles de una determinada especie, y el término que la representa es la **calidad de sitio**. La calidad de sitio y la productividad asociada se expresa a través del volumen del fuste de los árboles que crecen en ese lugar, y pueden emplearse diferentes índices o métodos indirectos para su estimación.

Si bien en todos los sitios deben considerarse los principios de conservación del ambiente, conocer la calidad de sitio permite priorizar un manejo forestal intensivo con fines productivos en las áreas de mejor calidad, y en las áreas de menor calidad manejos más

extensivos, con mayor énfasis en la provisión de otros servicios ecosistémicos, como el control de la erosión de los suelos, sombra para la ganadería, captura de carbono, etc. Esta planificación orientada por objetivos contribuye al mantenimiento de la capacidad productiva de los suelos.

Como indicador de la calidad de sitio se usa el índice de sitio (***IS***), que es la altura promedio de los árboles dominantes del rodal a una edad de referencia. El *IS* permite realizar comparaciones a lo largo de un amplio rango de condiciones de sitio existentes. Se lo utiliza para distintos fines, por ejemplo, en inventarios forestales para predecir el crecimiento en altura y el volumen futuro. Por otra parte, es útil en la silvicultura para prescribir el calendario de intervenciones y estimar la producción forestal de las cortas. También para la definición de la edad mínima y óptima de cosecha, la cuantificación de las áreas forestables productivas, las superficies mínimas operables y las inoperables por baja productividad, entre otros.

LOS SUELOS Y LA PRODUCTIVIDAD DE LAS PLANTACIONES

LOS REQUERIMIENTOS EDÁFICOS DE LAS ESPECIES FORESTADAS EN NORPATAGONIA

Los principales requerimientos edáficos de las especies forestales utilizadas en Norpatagonia se refieren a las características físicas. Los suelos profundos con un alto potencial de volumen explorable por sus raíces (baja pedregosidad y alta profundidad efectiva), bien drenados y con una buena capacidad de conservar agua, son los que han mostrado mejores relaciones con la productividad de las forestaciones. Asimismo, un mayor contenido de materia orgánica contribuye con estas propiedades favorables. Estos aspectos se encuentran fundamentados en diversas investigaciones desarrolladas en la Región y que se describen más adelante.

En este marco, las tierras con suelos derivados de cenizas volcánicas se presentan como las de mayor aptitud forestal, dadas las propiedades únicas que poseen los mismos (Figura 1).

Los suelos derivados de cenizas volcánicas

Los andisoles, o suelos con propiedades ándicas, derivan de un material parental que está compuesto por piroclastitas de diámetros variados, producto de las erupciones volcánicas ocurridas durante el Holoceno (período post glacial). Este material corresponde mayoritariamente a vidrio volcánico, y ha sido modificado en interacción con el clima y la vegetación por cientos o miles de años.

Los suelos formados a partir de cenizas volcánicas poseen muchas propiedades distintivas que raramente se ven en suelos de otros materiales parentales. Poseen, además, un gran potencial para la agricultura y la forestación; de hecho las regiones más productivas del mundo están localizadas cerca de los volcanes (Shoji 1993).



Figura 1. Las propiedades del suelo y la calidad de sitio. Fuente: Frugoni *et al.* (2006).

Propiedades únicas de los andisoles

Minerales

La alteración de las cenizas volcánicas da lugar a la formación de minerales secundarios amorfos o para-cristalinos (alófano, imogolita, ferrhidrita, haloisita), los que son responsables de una serie de propiedades físicas, fisicoquímicas y bioquímicas muy particulares, siendo, algunas de ellas, las denominadas “propiedades ándicas del suelo” (Soil Survey Staff 2010) (Figura 2).

La alteración se da a partir de cenizas volcánicas donde dominan los minerales vítricos, tanto el vidrio volcánico no coloreado (tefras riolíticas, andesíticas y dacíticas) como el vidrio volcánico coloreado (tefras basálticas); este último con menor contenido de sílice (Nanzyo 2002).

Propiedades físicas

Son suelos con una baja densidad aparente, con valores inferiores a 0.90 $Mg.m^{-3}$, siendo los más bajos existentes en los suelos minerales. Poseen, en consecuencia, una alta porosidad total (60-80 %). Tienen buena permeabilidad (conductividad hidráulica 10^{-3} a 10^{-4}

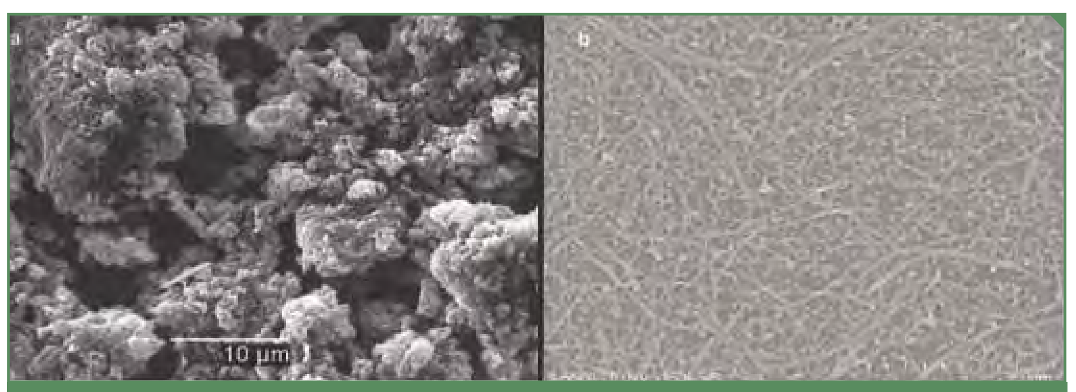


Figura 2. **a**. Estructura de esférula hueca del alófano. **b**. Estructura tubular de la imogolita.

cm.seg^{-1}) y alta capacidad de retención hídrica, dos propiedades que difícilmente se dan juntas y que son importantes, ya que le confieren al suelo la capacidad de almacenar agua y aire, permitiendo el desarrollo de las raíces. Son suelos profundos y oscuros, con texturas "aparentes" (seudolimos y seudoarenas); poseen consistencia friable (que se desarma), son no adhesivos y no plásticos. Estas propiedades son producto de la estructura del alófano e imogolita y al contenido de materia orgánica, que forman agregados altamente porosos (Shoji 1993, Nanzyo 2002).

La secuencia de horizontes típica es A-Bw-C, o multisecuencias (p.ej. A-Bw / 2Ab – 2Bwb1 -2Bwb2 / 3Ab - 3Bwb) de esos horizontes, debido a las sucesivas deposiciones de cenizas volcánicas (Figura 3).

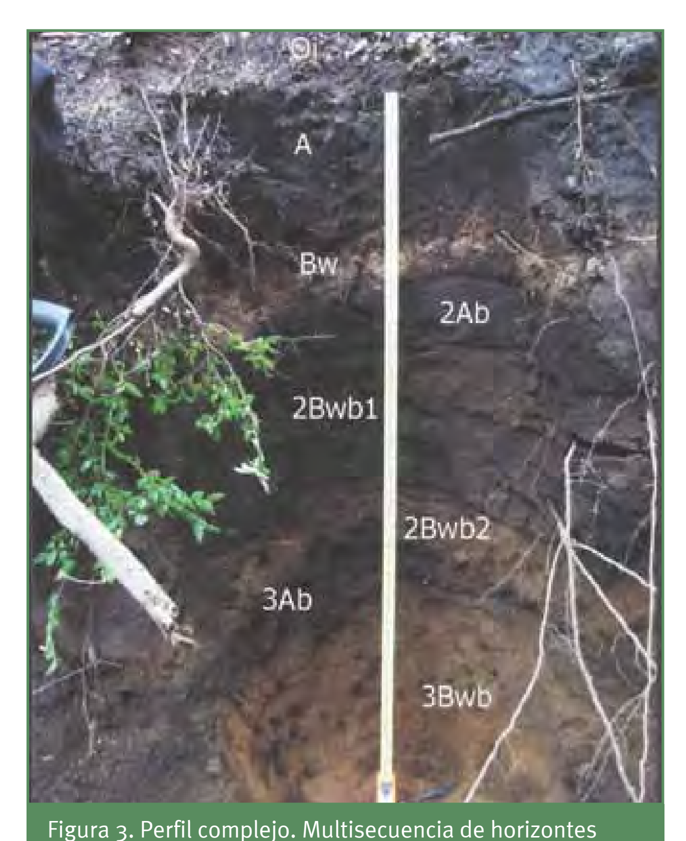


Figura 3. Perfil complejo. Multisecuencia de horizontes debida a la superposición de tres tefras.

Propiedades bioquímicas

Los suelos ándicos poseen los más altos contenidos de materia orgánica entre los suelos minerales. El contenido promedio de C orgánico es 4-5 %, pudiendo alcanzar valores de 19 % (suelos normales: 1,8 %) (Nanzyo 2002). En el perfil del suelo los horizontes A y A enterrados son oscuros y profundos, ya que se forman complejos muy estables entre el humus y el aluminio (estabilización de la materia orgánica). Estos complejos, a diferencia de los espodosoles, no migran en el perfil, sino que se acumulan masivamente, dando lugar a horizontes con alto contenido de materia orgánica. La misma permanece estabilizada y resiste a la mineralización secundaria

(Duchaufour 1984). Además, este proceso favorece la formación de estructuras construidas, esferoidales, porosas, con alta capacidad de retención hídrica, y bien provistas en cationes. Estos rasgos son evidentes en el horizonte A superficial.

Propiedades fisicoquímicas

Los principales componentes, responsables del comportamiento fisicoquímico de los suelos ándicos son el alófano, la imogolita y los complejos Aluminio - humus. Son coloides de carga variable (grupos carboxilo del humus y grupos hidroxilo del alófano e imogolita), poseen una alta retención de fosfatos, alta afinidad por cationes multivalentes (Ca, Mg, Ba y metales pesados). El pH en agua es moderadamente a fuertemente ácido, y el pH NaF > 9,4, debido a la presencia de aluminio activo (Mizota *et al*. 1989, Nanzyo 2002).

CLIMO-BIO-TOPOSECUENCIA DE LOS SUELOS DERIVADOS DE CENIZAS VOLCÁNICAS

Los Andisoles, en Argentina, han sido reconocidos en las provincias de Neuquén, Río Negro, Chubut y Santa Cruz, en la región occidental de Patagonia (Irisarri 2000).

La Cordillera de los Andes constituye una verdadera barrera orográfica entre el Pacífico y el Atlántico, al provocar una elevada pluviometría a barlovento, con valores de 3.500 a 4.000 mm/año en el oeste, y una disminución rápida de las lluvias a sotavento. Esta barrera solo es atravesada en invierno cuando los frentes del Pacífico son más grandes y caracteriza de esta forma una distribución marcadamente mediterránea (regímenes údico y xérico). El efecto a sotavento no es lineal sino que está condicionado por la topografía local (Irisarri 2000). En la Norpatagonia Argentina esta barrera orográfica provoca un importante gradiente de precipitaciones en pocos kilómetros, siendo de 3.000 mm promedio anual sobre la Cordillera de los Andes, disminuyendo a 600 mm unos cincuenta km hacia el este.

La deposición de cenizas volcánicas es el resultado del transporte de las tefras que realizan los vientos predominantes del sector oeste. Estos materiales se han acumulado formando capas con importantes espesores de manera uniforme sobre la cordillera, y han sufrido una redistribución producto de la acción eólica hacia la zona extrandina, generando la acumulación de mantos de ceniza volcánica en las áreas al amparo de los vientos.

Asimismo, este gradiente de precipitaciones provoca una variación en las propiedades ándicas del suelo, ya que tanto la formación de alófano e imogolita, como la acumulación de materia orgánica, están relacionadas con suelos que permanecen húmedos la mayor parte del año (Frugoni e*t al*. 2000). Los suelos que cumplen este requerimiento satisfacen las propiedades ándicas (Soil Survey Staff 2010) y corresponden al orden andisoles. Por otra parte, la presencia de una estación seca permite la formación de haloisita por existir más sílice disponible (Mizota *et al*. 1989, Nanzyo 2002, Shoji *et al*. 1993). En este caso los suelos satisfacen los requerimientos de los mollisoles ándicos Estos mollisoles tienen una densidad aparente algo más elevada que los andisoles (1 a 1,1 Mg.m-3), con texturas predominantemente franco arenosas,

estando la fracción arena dominada por vidrio. Además, la fosfato retención en muy inferior a la de los andisoles. (Figura 4).

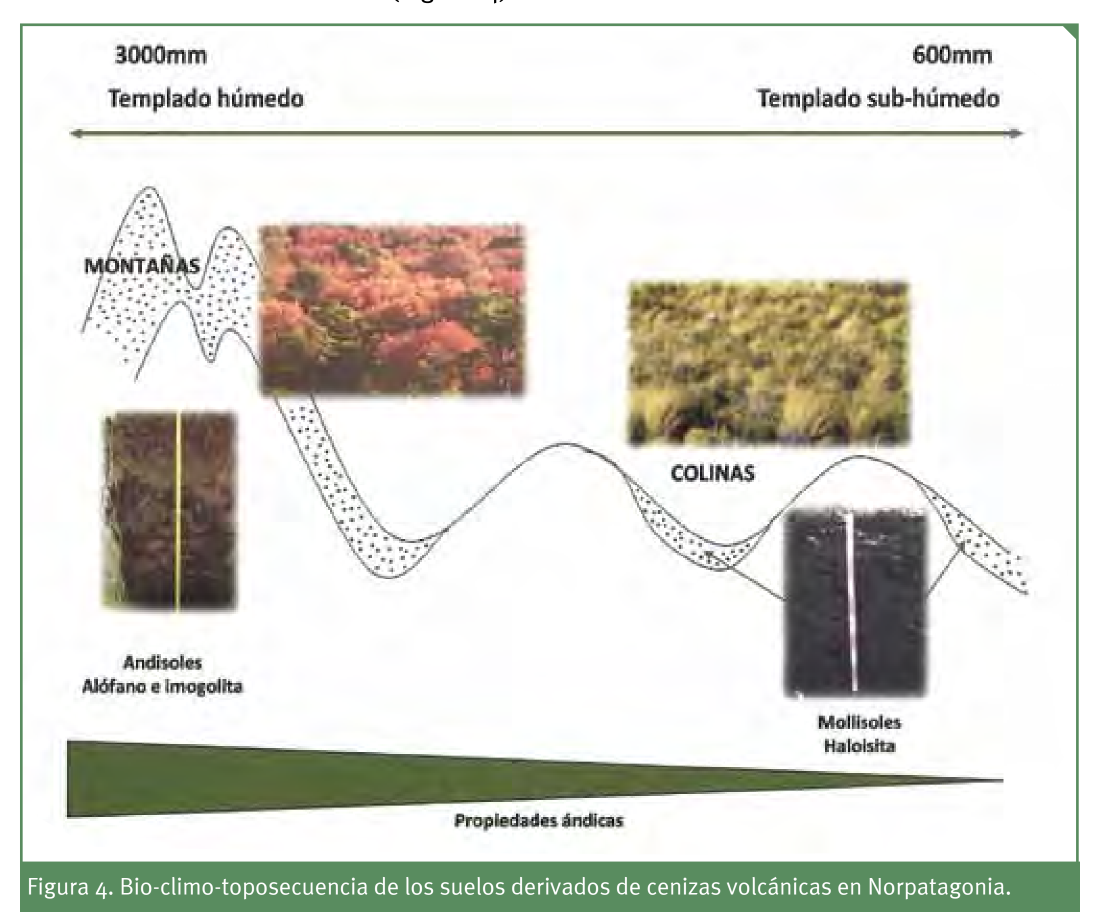


Figura 4. Bio-climo-toposecuencia de los suelos derivados de cenizas volcánicas en Norpatagonia.

RELACIONES SUELO-PAISAJE

Como se explicó más arriba, en la región extrandina de Norpatagonia, las cenizas volcánicas han sufrido un proceso de redistribución debido a la acción de los vientos, los cuales poseen una dirección dominante desde el oeste. Esto provocó que las porciones del paisaje que se encuentran al amparo de los vientos presenten un espeso manto de cenizas volcánicas, favoreciendo el desarrollo de suelos profundos, de baja densidad aparente y con una buena capacidad de almacenamiento de agua. Estas dos últimas propiedades son menos evidentes cuando las propiedades ándicas del suelo son más débiles a causa de las menores precipitaciones (Figura 4: evolución andisoles-molisoles). Sin embargo, en los molisoles volcánicos la densidad aparente es claramente más baja y el almacenamiento de agua es notoriamente más alto que en los molisoles derivados de otros materiales (Colmet Daage *et al.* 1988)

En los paisajes dominados por colinas, las cenizas volcánicas se han acumulado preferentemente en las laderas al amparo de los vientos (exposiciones este). A causa de este proceso geomorfológico, tanto los suelos con exposiciones este como las pendientes inferiores con exposiciones oeste son profundos y derivados de cenizas volcánicas, mientras que los suelos en cimas convexas y con exposiciones oeste son someros y derivados de tobas o material glacial (Figura 5).

En los paisajes dominados por serranías o en donde a causa de la topografía local no se observa este patrón, geoformas como las pendientes inferiores y las concavidades, son las que acumulan mantos de cenizas volcánicas de gran espesor. En las depresiones, normalmente coincidentes con las porciones más bajas del paisaje, dominan suelos pobremente drenados, a causa de la presencia de una napa freática permanente.

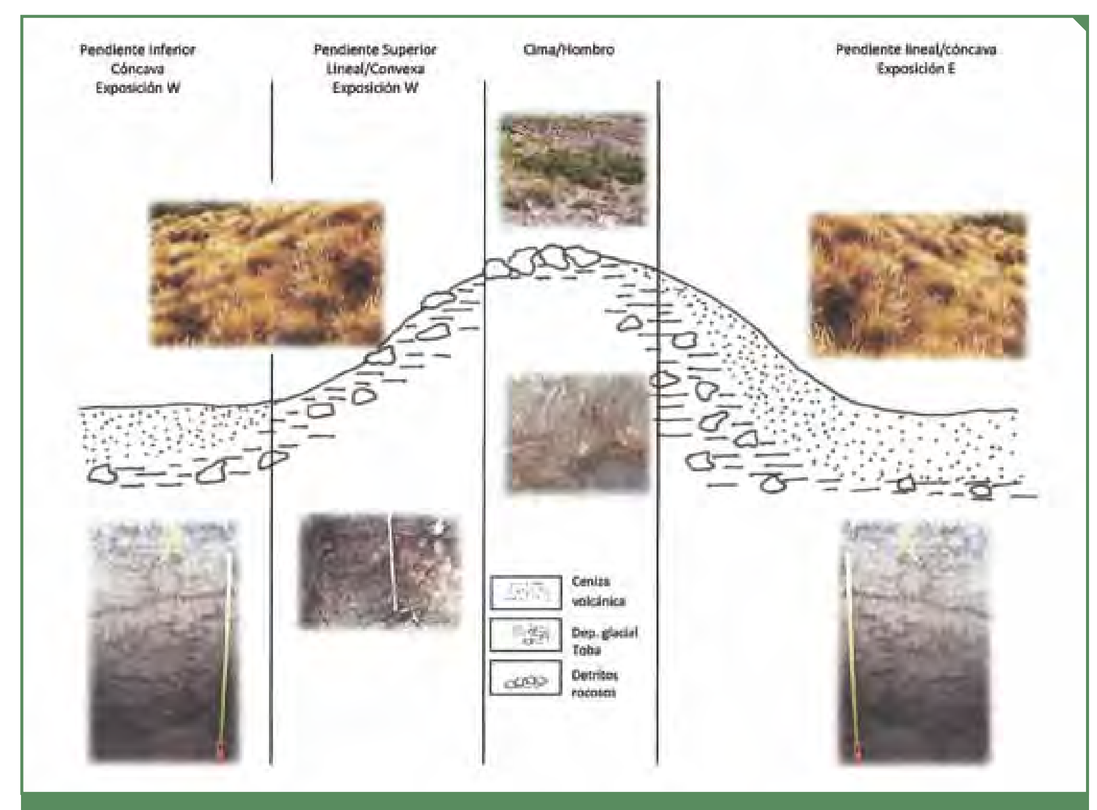


Figura 5. Toposecuencia característica en paisaje de colinas.

MÉTODOS PARA ESTIMAR LA CALIDAD DE SITIO DE LAS PRINCIPALES ESPECIES UTILIZADAS EN FORESTACIONES EN PATAGONIA: PINO PONDEROSA (*Pinus ponderosa*) Y PINO OREGÓN (*Pseudotsuga menziesii*)

Existen diversos métodos para estimar la calidad de sitio, y con ello la productividad del mismo, dependiendo si están los árboles de la especie presente en el área o no (Figura 6). Cada uno de ellos expresa la calidad de sitio a través de un indicador o índice, que presentan equivalencia entre sí.

Los métodos son:

- Sobre la base de **variables ambientales** (pino ponderosa y pino oregón): cuando los árboles no están presentes, se estudian las relaciones de dependencia entre el *IS* o el índice de entrenudos (*IE*) (se describe abajo en el punto 3), y las variables biofísicas que puedan explicar de manera aceptable su variación (Andenmatten *et al.* 2002, Davel y Ortega 2003b, Loguercio *et al.* 2009, 2015a y 2015b).

- **Índice de acículas** (pino ponderosa): en plantaciones jóvenes (a partir de 6 años de edad hasta cuando alcanza 2 verticilos por encima de la altura del pecho) se obtiene en base al largo promedio de una muestra de acículas de los últimos 4 años de los árboles dominantes del rodal (Gonda *et al*. 1998b, 2002).

- **Índice de entrenudos** (*IE*) o **métodos de intercepción** (pino ponderosa): cuando el rodal posee árboles con por lo menos 6 verticilos por encima de la altura del pecho, se determina como el largo promedio de los 5 entrenudos por encima de 1,3 m de altura medido desde el suelo, de los árboles dominantes del rodal (Gonda 1998a, Andenmatten y Letourneau 1997b).

- **Índice de sitio** (*IS*) (pino ponderosa y pino oregón): se expresa como la altura promedio de los árboles dominantes del rodal a una edad de referencia. Para pino ponderosa se utiliza 20 años a la altura del pecho (Andenmatten y Letourneau 1997); para pino oregón a los 20 años de edad total (Davel y Ortega 2003b).

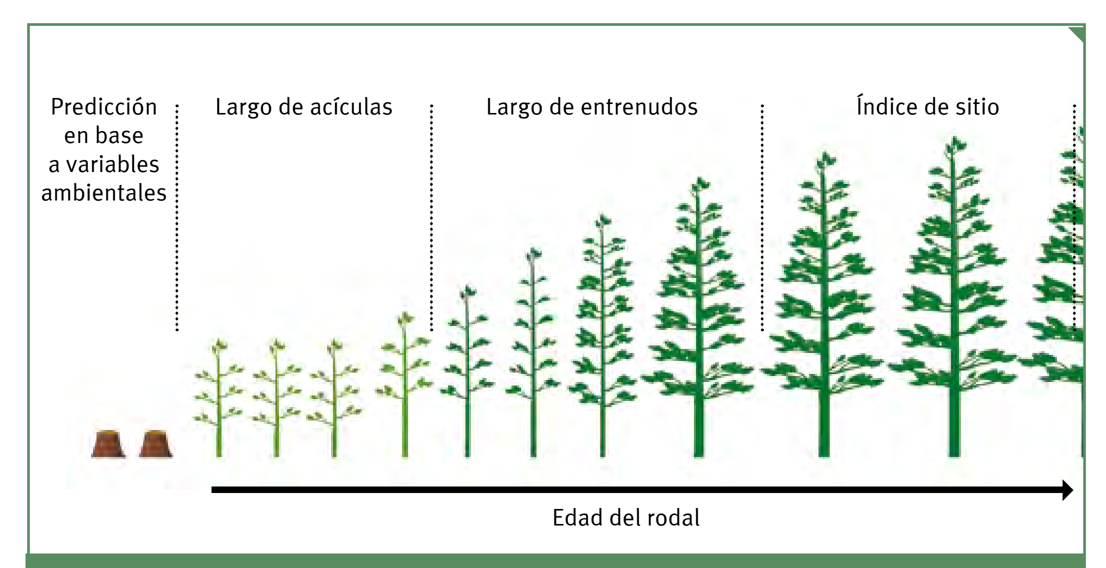


Figura 6. Métodos para estimar la calidad de sitio de pino ponderosa en Patagonia, cuando los árboles no están presentes (izquierda) y según la etapa de desarrollo del rodal (derecha). Modificado de *Forest Service of British Columbia* (1999).

Se han estudiado los principales factores ambientales determinantes de la productividad de pino ponderosa (Irisarri *et al*. 1995, Fernández 2001, Andenmatten *et al*. 2002, Lopez *et al*. 2008, Broquen *et al*. 1998, Broquen 2002, Loguercio *et al*. 2009, 2015a, 2015b, Montes y Laclau 2010) y de pino oregón (Davel y Ortega 2003b, Davel *et al*. 2007). Además existen en la región tablas de productividad basadas en el *IS* para pino oregón y pino ponderosa (Andenmatten y Letourneau 1997c, Davel 2003a) o basadas en el *IE* para pino ponderosa (Gonda y Cortés 2001).

También se dispone de curvas de *IS* (Andenmatten y Letourneau 1997a y 1998), modelos de crecimiento aplicables a diferentes calidades de sitio de ambas especies (Andenmatten y Letourneau 2003, Gonda 1998a, Gonda y Cortez 2001 y Davel *et al*. 1999), y un simulador de crecimiento que integra varios de estos conceptos (Andenmatten *et al*. 2007).

A continuación se describen en más detalle los métodos de estimación de la calidad de sitio y sus bases conceptuales aplicados a pino ponderosa y pino oregón, las principales especies utilizadas en forestaciones en Patagonia.

CUANDO LOS ÁRBOLES NO ESTÁN PRESENTES, EN BASE A VARIABLES AMBIENTALES

Pino ponderosa

Dado que la productividad de un sitio depende de ciertas características abióticas del mismo, cuando los árboles de interés no están presentes en el lugar, debe investigarse qué variables ambientales explican la variación de la calidad de sitio. Se sugiere utilizar variables del clima y/o del suelo de simple determinación (Carmean 1975) que se correlacionan con el *IS* o el *IE*, aplicando generalmente técnicas de regresión múltiple (Wang y Klinka 1996, Wang 1994, Allinson *et al.* 1994, Schmindt y Carmean 1988).

Debe destacarse que la estimación de la calidad de sitio en base a variables ambientales es aproximativa, pues tiene una precisión limitada, expresada en bajos valores del coeficiente de determinación de los ajustes de regresión (Carmean 1975, Clutter *et al.* 1983, Coile y Schumacher 1953, entre otros). Una excepción se da con pino oregón, que puede alcanzar una precisión entre 72-88 %, dada la alta dependencia encontrada con la materia orgánica en el horizonte superficial del suelo (Davel y Ortega 2003b).

En la Región Patagónica se ha determinado la aptitud de las tierras para forestación en las provincias del Neuquén, Río Negro y Chubut (Ferrer *et al.* 1990, Mendía e Irisarri 1986 e Irisarri *et al.* 1995 y 1997). En dichos estudios las clases de aptitud se expresan como una productividad, estimada mediante la suma de valores asignados a una serie de variables cuantitativas y cualitativas del suelo y el ambiente, denominado *índice de productividad*. Se han establecido rangos de valores del índice de productividad para establecer clases de aptitud de la tierra para forestación, desde *muy aptas* a *no aptas*. El índice de productividad y las clases de aptitud de estas evaluaciones provinciales no equivalen directamente al *IS* y a las calidades de sitio, respectivamente.

Se ha propuesto una metodología para estimar el IS_{20}[1] para pino ponderosa a nivel predial a partir del índice de productividad (Andenmatten *et al.* 2002). Para ello se requieren muestreos de suelo mediante calicatas en el predio a evaluar y análisis de laboratorio de las muestras. Con un concepto similar Montes y Laclau (2010), en los Departamentos Minas y Aluminé de la provincia de Neuquén, asignaron a las clases de aptitud de Ferrer *et al.* (1990) las clases de calidad de sitio en base a valores de IS_{20} observado en algunas forestaciones de pino ponderosa del área.

En un gradiente oeste-este de la provincia del Neuquén, mediante un muestreo de 22 parcelas en plantaciones de pino ponderosa y sus respectivas calicatas, se concluyó que la profundidad efectiva y la diferencia entre el contenido de humedad al fin de la estación seca y el punto de marchitez permanente, explicaron cerca del 60 % de la variabilidad del IS_{14} (se utilizó una edad de referencia de 14 años, no convencional en relación a otros

1. *Índice de sitio con edad de referencia 20 años a 1,3 m de altura*

estudios) (Broquen 1998) (Tabla 1). Para la construcción de mapas con esta ecuación se requiere de muestreos de suelos a fin de la estación seca y un diseño que permita cuantificar su variabilidad espacial, además de homologar el IS_{14} con el IS_{20}.

Para la misma provincia se han realizado otros estudios para ajustar funciones de predicción del IS_{20} e *IE* en tierras sin bosque en base a variables de localización, topográficas y del suelo (Fernández 2001), aunque con baja precisión de los ajustes (Tabla 1).

Tabla 1. Funciones de predicción de la calidad de sitio de pino ponderosa en base a variables ambientales en las Provincias de Neuquén y Chubut

Provincia	Función predictiva	Estadísticos	Fuente
Neuquén	IS_{14}= 6,5658 + 0,02987 prof_suelo	n=22; p<0,0002; r^2=0,51; ECM=1,717	Broquen *et al.* (1998)
	IS_{14}= 7,0227 + 0,02301 prof_suelo + 0,101810 MFP	n=22; p<0,0501; r^2=0,61;ECM=1,468	
	IS_{20}= -359,04 + 5,5951 Longd – 0,6849 Latd + 1,9075 prof_suelo + 0,4966 text	n= 127; r^2= 0,31; ERS= 2,028	Fernández (2001)
	IE= -40,1411 + 0,6021 Longd + 0,7 tgpend + 0,8792 (0,525034 cos (expo - 100,99) tgpend) + 0,5872 prof_suelo + 0,0572 text	n= 127; r^2= 0,34; ECM= 0,459	
	IS_{20}= 17,3368 + 5,2870744 cos (exp-105,44255) pend% - 4,2162 pend% - 0,0656 temp media^2 + 2,0434 temp mínima - 0,4005 temp mínima^2 + 0,00000058 PMA^2	n=115; r^2=0,56 ECM= 3,102	Loguercio *et al.* (2015b)
	IS_{20}= 11,2205 + 4,22172056 cos (exp-91,7727423) pend% - 2,3626 pend% - 0,05 temp media^2 + 1,8844 temp minima - 0,3656 temp mínima^2 + 0,00000059 PMA^2 + 6,5875 prof_suelo - 1,9506 prof_suelo^2	n=115; r^2=0,65; ECM= 2,542	
Chubut	*IE*= 20,6391 + 0,0014 * PMA + 0,922 prof_suelo-0,454 Latd	n=91; r^2=054; ECM= 0,220	Loguercio *et al.* (2015a)

Referencias: prof_suelo: profundidad efectiva del suelo (m); MFP: contenido de agua en relación al punto de marchitez permanente al fin de la estación seca; Longd= longitud decimal; Latd= latitud decimal; cos= coseno: tgpend= tangente de la pendiente en grados; text= textura; exp: exposición (º); pend%: pendiente en tanto por uno; temp: temperatura; PMA: precipitación media anual.

En las provincias del Chubut y Neuquén se dispone además de ecuaciones para predecir el *IE* y el IS_{20}, en base a variables ambientales (Loguercio *et al.* 2009, 2015a y 2015b). Las variables empleadas para Chubut fueron la precipitación media anual, la profundidad efectiva del suelo y la latitud. La profundidad efectiva fue mapeada mediante una función que predice su valor a partir del efecto combinado de la exposición y la pendiente. Para Neuquén fueron la exposición, la pendiente, la temperatura media y mínima media anual y la precipitación media anual.

Los modelos desarrollados presentaron predicciones aceptables, con r^2=0,50-0,64 (Tabla 1), si se considera la precisión limitada que en general tiene la estimación de la calidad de sitio de especies forestales con base en variables ambientales (McKenney y Pedlar 2003).

En función de ellas se han elaborado coberturas digitales de calidad de sitio de la especie en la provincia del Chubut (Loguercio *et al.* 2009, 2015a), en la provincia de Neuquén (Loguercio *et al.* 2015b) y a nivel regional (Neuquén, Rio Negro y Chubut (CIEFAP-FUNDFAEP 2015).

En síntesis, con ciertas variaciones entre los métodos, los factores comunes que en forma empírica se relacionaron con la variabilidad de la productividad, directa o indirectamente, fueron la profundidad del suelo y la precipitación media anual o la humedad del suelo al fin de la estación seca. Es interesante destacar que se ha detectado a la temperatura anual (media y mínima media) como otra variable determinante de la productividad (Loguercio *et al.* 2015b). Debido a ello, por ejemplo, los fondos de los valles en ambientes húmedos son algo menos productivos por la acumulación de aire frío y una altitud de 1.800 m s.n.m. en el norte de Neuquén es un límite biofísico para pino ponderosa, que se refleja en deformaciones del fuste y clorosis de las copas de los árboles por efecto de los vientos helados.

Pino oregón

Pino oregón es mucho más exigente en cuanto a sitios que el pino ponderosa, siendo los principales problemas las heladas tardías durante el establecimiento, y el estrés hídrico durante el período de crecimiento. Por ello hay que elegir muy bien los sitios donde se puede plantar. No se debe plantar a cielo abierto en terrenos sin pendiente o en fondos de valle donde existe el peligro de acumulación de aire frío (Davel 1999, Davel y Ortega 2003a).

Existen plantaciones dispersas de esta especie en las provincias del Neuquén, Río Negro y Chubut. En el extremo sur (Chubut), se registran plantaciones a partir de los 600 mm.año^{-1}, mientras en el extremo norte (Neuquén), a partir de los 1.000 mm.año^{-1}. Las mismas alcanzan sus mayores crecimientos en laderas protegidas, con exposiciones este y sudeste, que presentan suelos profundos y con gran retención de humedad (Davel y Ortega 2003a). Los suelos someros con exposiciones norte y oeste son una condición limitante para la especie en sitios con precipitaciones entre 600 y 900 mm. A medida que aumenta la precipitación hacia la cordillera, la exposición deja de ser una condición limitante, aunque siempre serán más productivas las laderas este y sudeste (Davel y Ortega 2003a, b). Por otra parte, la capacidad de retención de

agua del suelo es un aspecto fundamental. Los mejores suelos para la especie son aquellos que contienen mayor contenido de materia orgánica y cenizas alofánicas, profundidades de un metro o más y texturas medias o francas.

Se han definido dos zonas de crecimiento para pino oregón en la región, la Zona 1 (de 600 a 1.000 mm de precipitación media anual) y la Zona 2 (por encima de los 1.000 mm) (Davel, 1998). En cada zona, cuando los árboles no están presentes, el *IS* se puede predecir en base a variables ambientales (Davel y Ortega 2003b), utilizando las siguientes ecuaciones:

Zona 1

IS = 9,55706 + 3,777571 * Cos(Exp-164,6842) * Tan(Pend) - 3,07803 * Tan(Pend) + 8,85042 * LOG10MO

Donde: Cos: coseno; Exp: exposición del terreno en grados; Tan: tangente; Pend: pendiente del terreno en grados; $LOG_{10}MO$: logaritmo en base 10 del porcentaje de materia orgánica obtenida por combustión húmeda (Walkley y Black 1934).

Zona 2

IS = 12,3393 + 0,0165 * (MO^2/Exp) + 4,1940 * Proft - 0,1357 * Text

Donde: MO: porcentaje de materia orgánica obtenida por combustión húmeda (Walkley y Black 1934); Exp: exposición del terreno (E-S= 1; O-S = 3;E-N = 2;O-N= 4); Proft: profundidad total en m; Text: textura (gruesas: 3; medias: 6 y finas: 9).

CUANDO LOS ÁRBOLES DE PINO PONDEROSA SON MUY JÓVENES, EN BASE AL ÍNDICE DE ACÍCULAS (*IA*)

Se utiliza en rodales de pino ponderosa de por lo menos 6 años de edad y hasta cuando los árboles dominantes presenten 2 entrenudos por encima de la altura del pecho (en la calidad de sitio I equivale a una altura de hasta 3 m). Consiste en medir en las plantas dominantes (100 más altas por ha), en la parte superior de la copa, el largo promedio de 10 acículas de cada uno de los últimos 4 últimos años de las ramas expuestas a luz solar directa (5° rama) al Sudeste (Gonda *et al*. 1998b, 2002). Dicha exposición se elige para evitar el posible efecto de la sombra sobre el desarrollo de las acículas (Figura 7). A este indicador se lo denomina ***índice de acículas (IA)*** y se expresa en centímetros. Conociendo el IA se puede predecir el *IE* e IS_{20} de pino ponderosa (Figura 9), con una precisión del 60% (Gonda *et al*. 1998b, 2002).

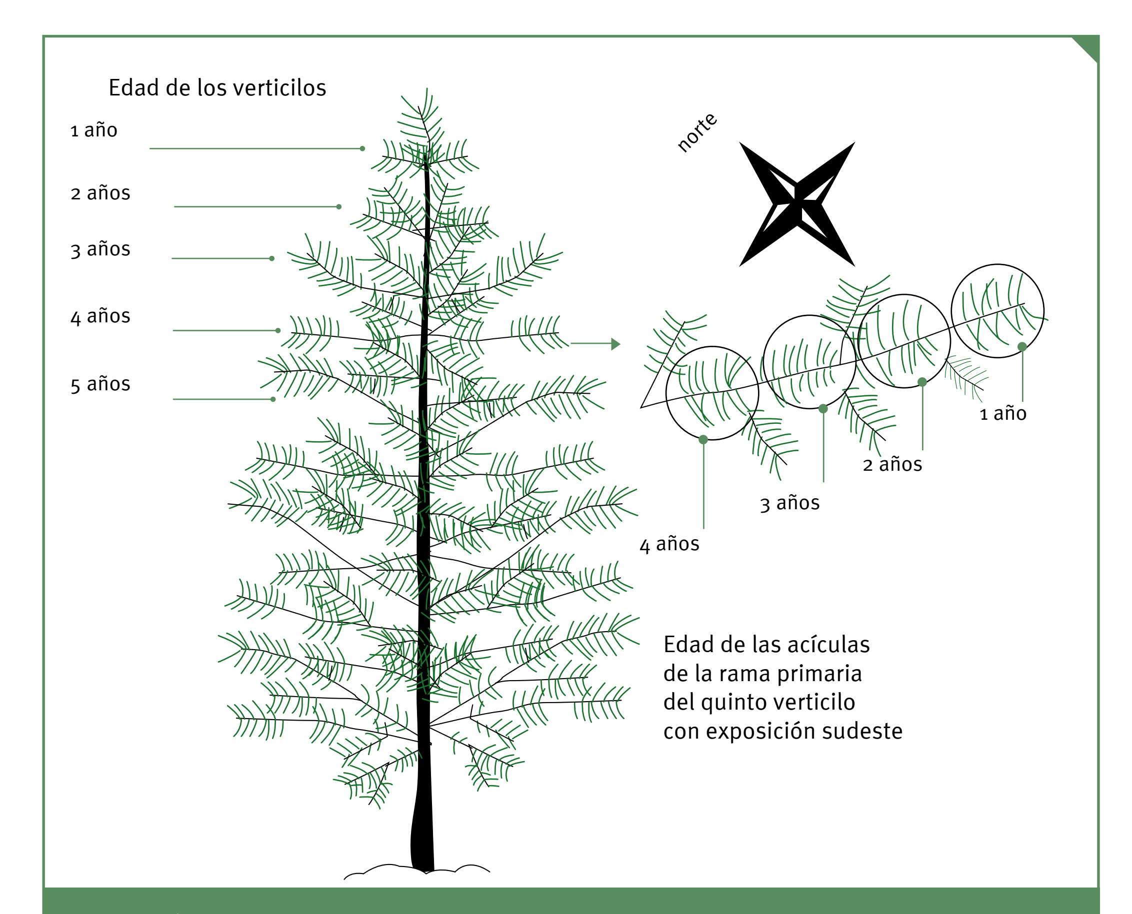


Figura 7. Árbol dominante seleccionado para medir el largo de las acículas, con ubicación de la 5° rama con exposición Sudeste y primer plano de la misma mostrando los fascículos 1 a 4 de edad (tomado de Gonda *et al.* 2002).

CUANDO LOS ÁRBOLES DOMINANTES DEL RODAL DE PINO PONDEROSA PRESENTAN POR LO MENOS 6 VERTICILOS POR ENCIMA DE 1,3 M DE ALTURA, EN BASE AL ÍNDICE DE ENTRENUDOS (*IE*)

Se utiliza en especies monocíclicas, en las que el crecimiento en altura está determinado por un verticilo anual, y el desarrollo en altura de los primeros años está fuertemente correlacionado con la altura a edades más avanzadas, como en el caso de pino ponderosa. Debido a esto es posible correlacionar este crecimiento temprano con el *IS*. Se ha establecido, para pino ponderosa, que el largo promedio de los cinco entrenudos por encima de la altura del pecho de los árboles dominantes del rodal, es el mejor predictor del IS_{20} (Figura 10), al que se denominó ***índice de entrenudos (IE)*** (Gonda *et al*. 1998a). El *IE* es de simple medición y se puede determinar sin la necesidad de contar con sofisticados instrumentos ópticos (Gonda y Cortés 2001) (Figura 8). Conociendo el *IE* es posible predecir el IS_{20} con la función desarrollada por Andenmatten y Letourneau (1997b).

IS_{20} (m)= 4,37 + 14,86 * *IE* [m] ; r^2= 0,87 (Andenmatten y Letourneau 1997b)

Donde IS_{20} (m): *IS* a la edad de referencia de 20 años a la altura del pecho

En términos prácticos, si bien depende de la calidad de sitio, se sugiere comenzar a determinar el *IE* a partir de que el rodal este cerca del momento del raleo pre-comercial.

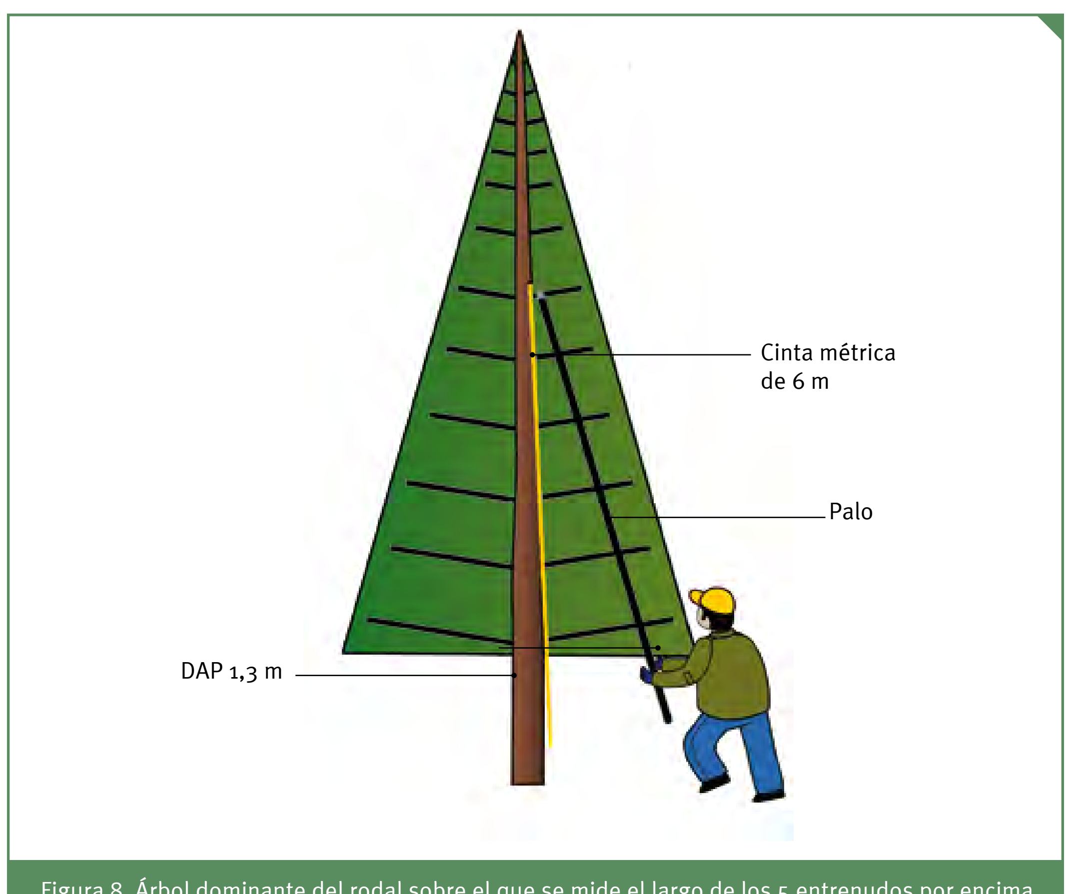


Figura 8. Árbol dominante del rodal sobre el que se mide el largo de los 5 entrenudos por encima de 1,3 m de altura. En amarillo la cinta métrica.

CUANDO EL BOSQUE SUPERÓ LOS 25 AÑOS DE EDAD, EN BASE AL ÍNDICE DE SITIO

El *IS* se define como la altura promedio de los árboles dominantes, sanos y sin daños ni bifurcaciones, de crecimiento libre, de una determinada especie a una edad de referencia. Esta edad puede ser a la altura del pecho (Figura 9) o la edad total (tomada en la base del árbol, de registros de plantación o por conteo de verticilos cuando tienen crecimiento fijo como el pino ponderosa). La altura dominante se utiliza porque es de más fácil determinación, está estrechamente correlacionada con el volumen del rodal y es relativamente independiente de la densidad. A nivel de rodal se considera a la altura media de los árboles dominantes que manifiestan todo su potencial a la edad de referencia. Siguiendo a Assman (1970) se consideran dominantes a los 100 árboles de mayor DAP por hectárea. Para evitar que todos los árboles de mayor altura se ubiquen en un sector de la hectárea, se recomienda establecer la altura dominante a través de un muestreo con parcelas de 0,01 ha.

El IS_{20} para pino ponderosa (Andenmmatten y Letourneau 1997a) y el *IS* para pino oregón para cada zona de crecimiento (Davel y Ortega 2003a) de validez regional, así como

en particular para las provincias de Río Negro y Chubut -aunque sin identificar zonas de crecimiento- (Andenmatten y Letourneau 1998), se determinan mediante las ecuaciones de la Tabla 2. Por otra parte, para cada especie, conociendo el *IS*, se puede predecir el crecimiento en la altura dominante (H) (Tabla 2).

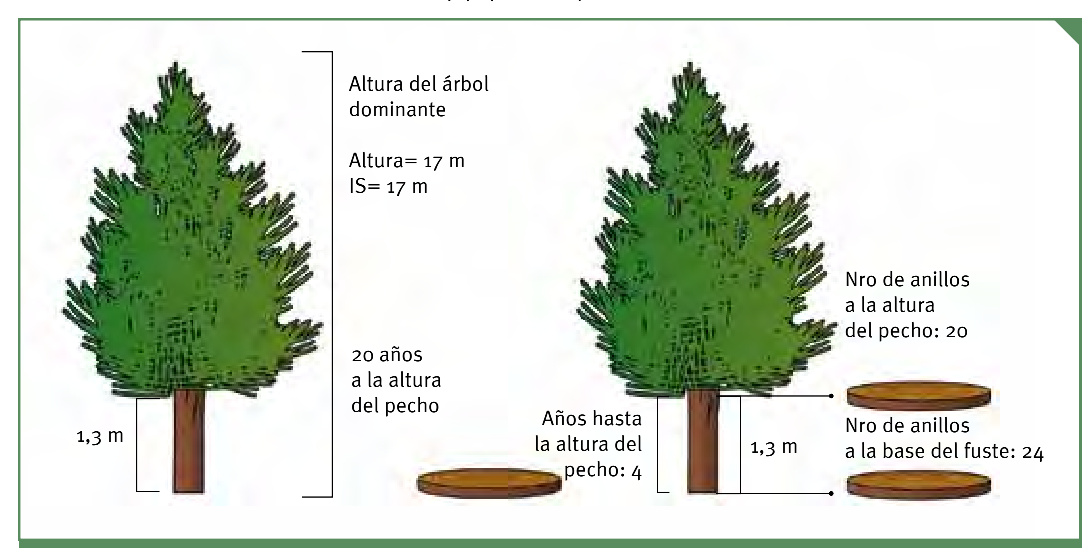
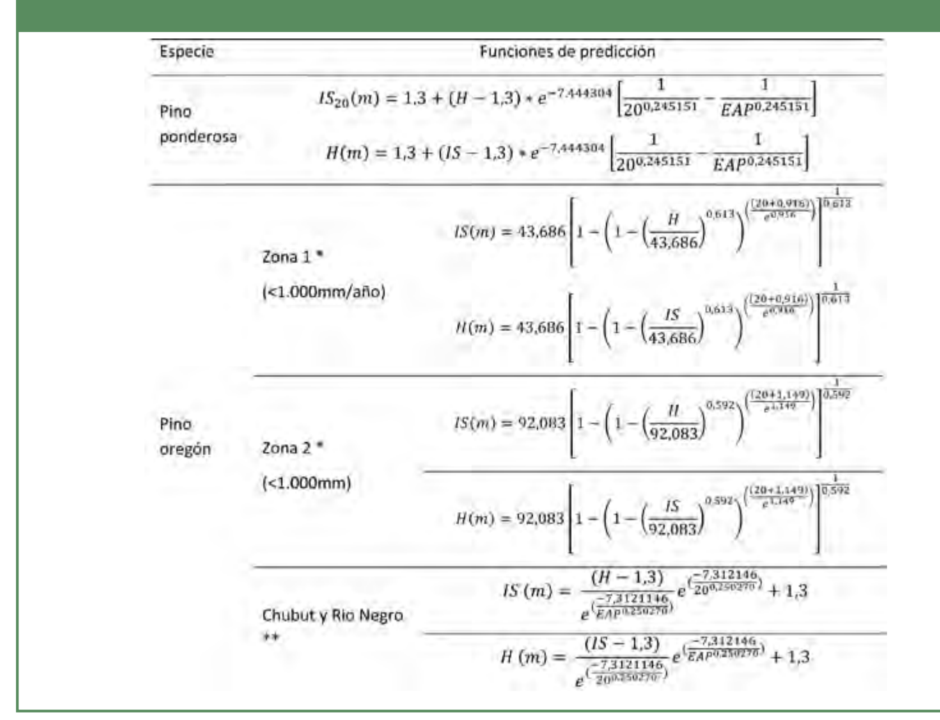


Figura 9. *IS* que expresa la altura total cuando la edad de referencia a la altura del pecho es 20 años (izquierda). Se indica también la edad total y el número de años que le lleva al árbol alcanzar la altura del pecho (derecha). Modificado de Forest Service of British Columbia (1999).

Tabla 2. Funciones de índice de sitio (*IS*) y altura dominante (H) de pino ponderosa (Andenmatten y Letourneau 1997a) y pino oregón (Davel y Ortega 2003a*; Andenmatten y Letourneau 1998**) en Patagonia.



Especie		Funciones de predicción
Pino ponderosa		$IS_{20}(m) = 1{,}3 + (H - 1{,}3) * e^{-7.444304\left[\frac{1}{20^{0{,}245151}} - \frac{1}{EAP^{0{,}245151}}\right]}$
		$H(m) = 1{,}3 + (IS - 1{,}3) * e^{-7{,}444304\left[\frac{1}{20^{0{,}245151}} - \frac{1}{EAP^{0{,}245151}}\right]}$
Pino oregón	Zona 1 * (<1.000mm/año)	$IS(m) = 43{,}686\left[1 - \left(1 - \left(\frac{H}{43{,}686}\right)^{0{,}613}\right)^{\left(\frac{(20+0{,}916)}{e^{0{,}916}}\right)}\right]^{\frac{1}{0{,}613}}$
		$H(m) = 43{,}686\left[1 - \left(1 - \left(\frac{IS}{43{,}686}\right)^{0{,}613}\right)^{\left(\frac{(20+0{,}916)}{e^{0{,}916}}\right)}\right]^{\frac{1}{0{,}613}}$
	Zona 2 * (<1.000mm)	$IS(m) = 92{,}083\left[1 - \left(1 - \left(\frac{H}{92{,}083}\right)^{0{,}592}\right)^{\left(\frac{(20+1{,}149)}{e^{1{,}149}}\right)}\right]^{\frac{1}{0{,}592}}$
		$H(m) = 92{,}083\left[1 - \left(1 - \left(\frac{IS}{92{,}083}\right)^{0{,}592}\right)^{\left(\frac{(20+1{,}149)}{e^{1{,}149}}\right)}\right]^{\frac{1}{0{,}592}}$
	Chubut y Rio Negro **	$IS\,(m) = \frac{(H - 1{,}3)}{e^{\left(\frac{-7{,}3121146}{EAP^{0{,}250270}}\right)}} e^{\left(\frac{-7{,}312146}{20^{0{,}250270}}\right)} + 1{,}3$
		$H\,(m) = \frac{(IS - 1{,}3)}{e^{\left(\frac{-7{,}3121146}{20^{0{,}250270}}\right)}} e^{\left(\frac{-7{,}312146}{EAP^{0{,}250270}}\right)} + 1{,}3$

Donde: H: es la altura dominante (altura promedio de los 100 árboles de mayor DAP por hectárea); EAP: edad a la altura del pecho E: edad total actual de la plantación.

CLASES DE CALIDAD DE SITIO DE PINO PONDEROSA Y DE PINO OREGÓN

PINO PONDEROSA

En base a la amplitud de valores del IS_{20} observado en las forestaciones de pino ponderosa existentes en la región se han definido cuatro clases de calidad de sitio, que se presentan en la Tabla 3. Estas clases tienen sus equivalencias en valores del *IA* y del *IE* (Tabla 3 y Figura 10).

Tabla 3.Valores límites y centrales de clases de calidad de sitio en base al Índice de (*IA*), índice de Entrenudos (*IE*) e índice de Sitio (IS_{20})

Calidad de sitio	Rango *IA*	Centro *IA*	Rango *IE*	Centro *IE*	Rangos IS_{20}	Centro IS_{20}
I	19,8-23,0	21,4	3,9 - 4,7	4,3	16,0 - 18,3	17,2
II	16,5-19,8	18,1	3,1 - 3,9	3,5	13,6 - 16,0	14,8
III	13,3-16,5	14,9	2,3 - 3,1	2,7	11,2 - 13,6	12,4
IV	10,0-13,3	11,6	1,5 - 2,3	1,9	8,8 - 11,2	10,0

Aclaraciones: (*) el IS_{20} se cálculo en base al *IE* aplicando la función de Andenmmatten y Letourneau (1997b).

Para poder convertir el IS_{20}, cuya edad de referencia es tomada a 1,3 m de altura desde el suelo, a un *IS* con edad de referencia de 20 años en la base del fuste (edad de la plantación), es necesario conocer el tiempo que tardan los árboles en alcanzar 1,3 m de altura en cada calidad de sitio. Se ha determinado dicha relación empírica ajustando una ecuación entre el tiempo para alcanzar 1,3 m y el IS_{20} a partir de 217 árboles dominantes de 92 parcelas de muestreo. Por calidad de sitio se requieren entre 4 y 6 años para alcanzar 1,3 m de altura (Tabla 4) (Loguercio *et al*. 2015b).

Tabla 4.Tiempo que tardan los árboles dominantes del rodal en alcanzar 1,3 m de altura por calidad de sitio

Calidad de sitio	IS_{20} (m)	Edad hasta llegar a 1,3m de altura (años)[2]
I	17,2	4,4
II	14,8	4,6
III	12,4	5,2
IV	10,0	6,3

2. Tiempo que tardan los árboles dominantes en alcanzar 1,3 m de altura (años)= 0,0365 IS_{20}^2 - 1,2553 IS_{20} + 15,176; n= 92; r^2 = 0,413 (Loguercio et al. 2015b).

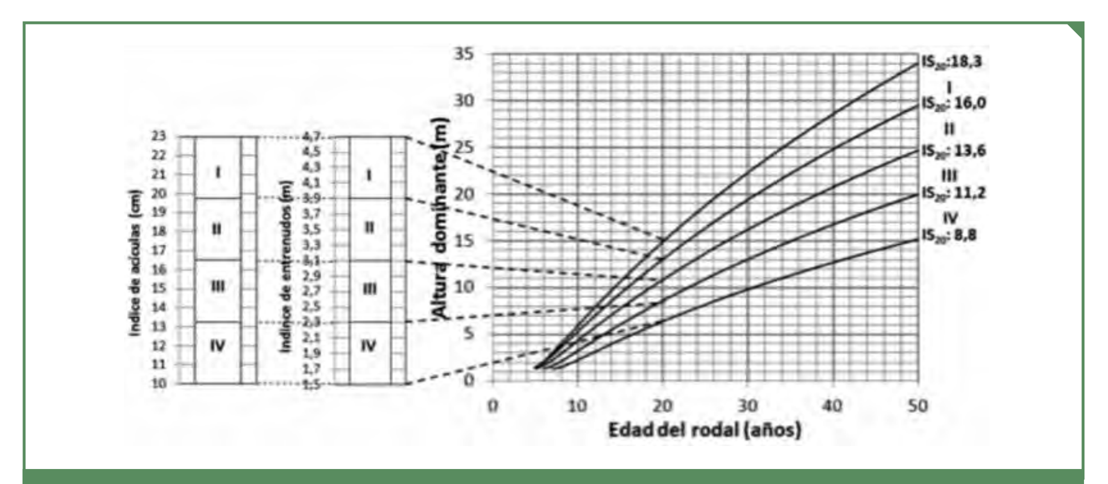


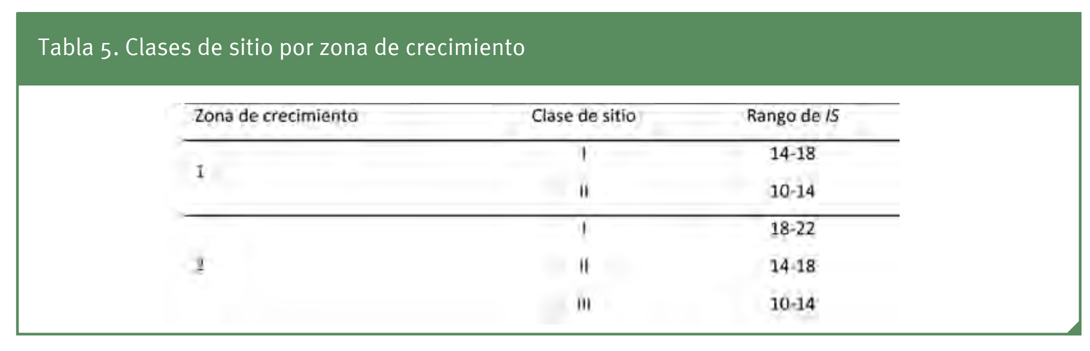
Figura 10 .Clases de índice de acículas (*IA*) (izquierda), índice de entrenudos (*IE*) (medio) y curvas de índice de sitio (IS_{20}) de pino ponderosa en Patagonia, en base a Gonda (1998a, b y 2002) y Andenmatten y Letourneau (1997a).

Nótese que la edad de referencia del IS_{20} es 20 años a 1,3 m, mientras que el eje X indica la edad del rodal (tomada a la altura del suelo).

PINO OREGÓN

Para el caso de pino oregón se definieron las calidades de sitio con rangos asociados a las dos zonas de crecimiento, que se presentan en la tabla 5 (Davel *et al*. 1999) y la Figura 11. El *IS* en la zona 1 y 2 tiene valores entre 9 y 18 m y entre 12 a 21 m, respectivamente.

Tabla 5. Clases de sitio por zona de crecimiento



Zona de crecimiento	Clase de sitio	Rango de *IS*
1	I	14-18
	II	10-14
2	I	18-22
	II	14-18
	III	10-14

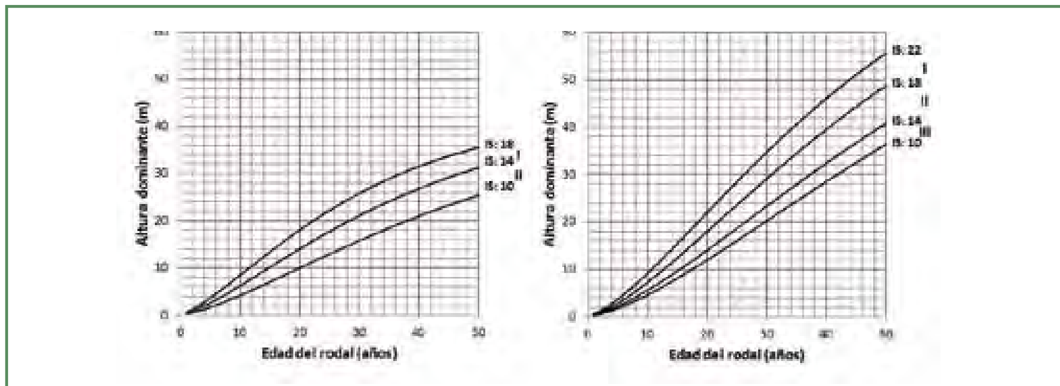


Figura 11. Curvas de índice de sitio de pino oregón en las zonas 1 (izquierda) y 2 (derecha), indicando las respectivas calidades de sitio. El *IS* tiene como edad de referencia 20 años de edad total.

DISTRIBUCIÓN REGIONAL DE LAS CALIDADES DE SITIO

Las tierras potencialmente forestables son aquellas que por sus características biofísicas presentan condiciones para el establecimiento de forestaciones. En Patagonia existen grandes superficies para la creación de nuevas forestaciones en secano. Se conoce el potencial biofísico (tierras donde no existen limitaciones para el crecimiento de los árboles) de pino ponderosa y pino oregón (Ferrer *et al*. 1990, Mendía e Irisarri 1986 e Irisarri *et al*. 1995 y 1997; CIEFAP-FUNDFAEP 2015), y como se ha explicado antes, se dispone de amplias herramientas para predecir la calidad de sitio de las mismas.

PINO PONDEROSA

Las variables que restringen la aptitud de las tierras forestables y determinan el potencial biofísico para pino ponderosa se describen en la Tabla 6 (CIEFAP-FUNDFAEP 2015).

Aplicando las funciones de predicción de la calidad de sitio en base a variables ambientales sobre las tierras con potencial biofísico (ver "los suelos y las productividad de las plantaciones" Loguercio *et al*. 2015a, 2015b) se ha estimado la distribución de superficies por calidad de sitio para pino ponderosa a nivel de Cuencas entre el norte de Neuquén y el sur de Rio Pico en Chubut (CIEFAP-FUNDFAEP 2015). Para la provincia de Río Negro se utilizó una función de predicción del IS_{20} provisoria[3] con datos de plantaciones de Neuquén (CIEFAP-FUNDFAEP 2015).

Tabla 6. Criterios de exclusión de tierras con potencial biofísico de pino ponderosa en Patagonia

Variable	Criterio
Cuerpos de agua, ríos, mallines y humedales, caminos, poblaciones	Limitación física y/o biológica. Se debe considerar para caminos y ríos un buffer de 50 m.
Alta montaña	Áreas sin bosque por encima del límite del bosque (timberline) y en el norte de Neuquén 1800 m s.n.m., debido a daños por frío verificados en plantaciones.
Tierras no aptas (pedreros)	Limitantes definidas en los estudios de aptitud en Neuquén, Río Negro y Chubut. Fuente: Ferrer *et al.* (1990), Mendía e Irisarri (1986) e Irisarri *et al.* (1995 y 1997).
Precipitación	<400 mm/año en Neuquén y Río Negro (salvo en Dto. Minas de Neuquén que se debe considerar los puntos más altos de la Cordillera del Viento) y <300 mm/año en Chubut.
Bosque nativo	Limitantes para el cambio de uso del suelo.

*3. IS_{20}= 34,2715 + 4,91011241 cos (exp - 124,82) pend% - 5,9574 pend% + 2,1537 temp. mínima - 0,3296 (temp. mínima)^2 - 0,094 (temp. media)^2 - 0,371 * latitud; r^2=0,54; EMC= 3,255*

Como se presenta en la tabla 7, el potencial biofísico regional de pino ponderosa alcanza 2,5 millones de ha. En Neuquén se encuentran las cuencas con superficies más extensas y mejores calidades de sitio: Limay Sur, Limay Norte y Neuquén Norte. En Chubut se destacan la cuenca Carrenleufú y Río Chubut por sus extensas superficies forestables, aunque con una productividad menor.

Tabla 7. Superficies (ha) de cada calidad de sitio para pino ponderosa para cada cuenca

Cuenca	Calidad de sitio				Total
	I	II	III	IV	
Neuquén Norte	3.802	114.133	306.553	155.553	580.041
Limay Norte	9.607	157.584	146.235	24.572	337.998
Limay Sur	23.816	148.127	361.099	217.409	750.451
Manso y Puelo	17.801	18.262	7.167	5	43.235
Futaleufú Norte	432	15.837	54.786	-	71.055
Futaleufú Sur	232	13.736	63.240	118	77.326
Río Chubut	1547	15.573	327.468	166.779	511.367
Carrenleufú	215	9.230	76.093	127.711	213.249
TOTAL	57.451	492.482	1.342.641	692.146	2.584.722

PINO OREGÓN

Dados los mayores requerimientos del pino oregón, las restricciones de las tierras forestables son mayores (Tabla 8). El potencial biofísico en las provincias de Neuquén, Río Negro y Chubut es de 45.000 ha, cuya distribución por cuencas y calidad de sitio se presenta en la tabla 9.

Tabla 8. Variables limitantes para el desarrollo de pino oregón.

Variable	Criterio
Exposición	Orientación entre 270º y 360º
Pendiente	<10º y >26º
Precipitaciones	<600 mm/año en Chubut y Río Negro y <900 mm/año en Neuquén.
Altitud	>1.000 m s.n.m. en Chubut y Río Negro y > 1300 m s.n.m. en Neuquén
Bosque nativo	Limitantes para el cambio de uso del suelo.

Tabla 9. Superficie (ha) del área potencial forestable con pino oregón por cuenca en Norpatagonia y por clase de sitio (esto último solo para Chubut).

Cuenca	Superficie potencial por clase de sitio				Superficie potencial total
	ZONA 1 *IS* (14-18m)	ZONA 1 *IS* (10-14m)	ZONA 2 *IS* (18-22m)	Sin clasificar	
Carrenleufú	0	1.148	119	-	233
Río Chubut	245	480	-	34	759
Futaleufú Norte	956	899	0	-	1.855
Futaleufú Sur	662	1.306	0	-	1.969
Limay Norte	-	-	-	8.189	8.189
Limay Sur	-	-	-	30.984	30.984
Manso - Puelo	191	-	-	983	1.173
TOTAL	2.055	2.799	119	40.188	45.161

PRODUCCIÓN DE LAS DISTINTAS CALIDADES DE SITIO

PINO PONDEROSA

La producción de las calidades de sitio se expresa en el volumen de madera obtenido hasta alcanzado el turno de corta. La calidad de sitio I, cuyo incremento medio anual (IMA) ronda 20 $m^3.ha^{-1}.año^{-1}$, se extiende casi en su totalidad en tierras con potencial para las especies nativas y otras especies alternativas de mayor valor.

Por extensión y productividad, las áreas con calidades de sitio II y III son las de mayor potencial productivo en la región (Tablas 7 y 10). La proyección del volumen total (raleos más la cosecha) en dichas calidades de sitio es 550 y 500 $m^3.ha^{-1}$, respectivamente, y sus IMA 14,6 y 10,6 $m^3.ha^{-1}.año^{-1}$ (Tabla 10). Por otro lado, la calidad de sitio IV, con un turno de 61 años y un IMA de 7,5 $m^3.ha^{-1}.año^{-1}$, corresponde a sitios marginales, en general con signos de marcada degradación de la vegetación y el suelo. Allí las forestaciones pueden jugar un rol importante en la provisión de servicios ambientales, como el control de la erosión, la restauración ambiental, el secuestro de carbono, etc.

Tabla 10. Predicción de la producción forestal de pino ponderosa bajo manejo en cada calidad de sitio

Calidad de sitio	Turno (años)	DMC de cosecha (cm)	Producción ($m^3.ha^{-1}$)			IMA
			Raleo	Cosecha	Total	($m^3.ha^{-1}.año^{-1}$)
I	36	55	136	556	693	19,4
II	38	50	136	412	548	14,6
III	48	48	136	366	502	10,6
IV	61	45	136	315	452	7,5

DMC= diámetro medio cuadrático; IMA= incremento medio anual.

PINO OREGÓN

La alta productividad de pino oregón, especialmente en las calidades de sitio I a III de la zona 2, se expresa con un IMA entre 31 y 18 $m^3.ha^{-1}.año^{-1}$ (Tabla 11). Hay que destacar, que buena parte de esas áreas se ubican en matorrales y zonas con matriz de bosque nativo, y por las limitaciones para el cambio del uso del suelo (Tabla 8), no es posible impulsar nuevas forestaciones en esta área. La zona 1, que en parte se superpone con la calidad de sitio II del pino ponderosa (y con un turno similar), presenta en las calidades de sitio I y II una expectativa de producción de 700 y 500 $m^3.ha^{-1}$respectivamente (Tabla 10).

Tabla 11. Predicción de la producción forestal de pino oregón bajo manejo en cada calidad de sitio

Zona	Calidad de sitio	Turno (años)	DMC cosecha (cm)	Producción ($m^3.ha^{-1}$)			IMA
				Raleos	Cosecha	Total	($m^3.ha^{-1}.año^{-1}$)
1	I (*IS*=16)	44	47,8	206,4	488,6	695	15,8
	II (*IS*=12)	42	43,0	189,2	311,8	501	11,1
2	I (*IS*= 19,5)	32	51,2	269,7	716,3	986	30,8
	II (*IS*= 16)	38	50,5	274,0	718,0	992	26,1
	III (*IS*= 12)	42	46,4	218,9	551,1	770	18,3

SÍNTESIS FINAL

En este capítulo se desarrollaron los distintos aspectos que influyen sobre la productividad de las plantaciones de pino ponderosa y pino oregón en Patagonia, se describieron los requerimientos edáficos, y las características que hacen a la vocación forestal de las tierras. Además se presentaron los distintos métodos para la estimación de la calidad de sitio y su relación con la productividad. El conocimiento de la calidad de sitio de las tierras es de suma importancia, ya que permite seleccionar las tierras a nivel regional con más vocación forestal, según objetivos explícitos de producción de madera y/o otros servicios ecosistémicos. A nivel predial permite determinar los sectores de un campo donde la forestación tenga probabilidad de prosperar y contribuir a un manejo forestal sustentable. Conocer la calidad de un sitio forestado permite adecuar los objetivos de producción (maderable o de servicios ambientales) a la productividad esperada, y en función de ello definir el manejo forestal. Las estimaciones de calidad de sitio pueden ser precisas siempre que se seleccionen los métodos apropiados, dependiendo éstos de la presencia o no de los árboles en el sitio y de su edad, y se apliquen correctamente.

BIBLIOGRAFÍA

Allinson S.M., M.F. Proe, K.B. Matthews. 1994. The prediction and distribution of general yield classes of Stika spruce in Scotland by empirical analisis of site factors using a geographic information sistema. Can J. For. Res. 24, 2166-2171.

Andenmatten E. y F.J. Letourneau. 1997a. Curvas de índice de sitio para *Pinus ponderosa* (Dougl.) Law de aplicación en la región Andino Patagónica de Chubut y Río Negro, Argentina. Bosque 18(2):13-18.

Andenmatten E. y F.J. Letourneau. 1997b. Funciones de intercepción de crecimiento para predicción de índice de sitio en pino ponderosa de aplicación en la región andino Patagónica de Río Negro y Chubut. Quebracho 5:5-9.

Andenmatten E. y F.J. Letourneau. 1997c. Tablas de rodal para pino ponderosa y pino oregón, en la región Andino Patagónica de las provincias de Chubut, Río Negro, Argentina. Proceedings IUFRO Modelling growth of fast. grown tree species. Valdivia, Chile. 146-154 pp.

Andenmatten E. y F.J. Letourneau. 1998. Curvas de índice de sitio y crecimiento en altura, para Pino Oregón (*Pseudotsuga menziesii* (Mirb) Franco), de aplicación en la región Andino Patagónica de Chubut y Río Negro, Argentina. Revista de Agronomía de la Universidad Nacional de La Plata, Vol 103(1): pp 69-75.

Andenmatten E., C. López y F.J. Letourneau. 2002. Método del sitio de referencia para la estimación predial de calidad de sitio. Comunicación técnica N°21. INTA, EEA Bariloche. Area Forestal. 10 p.

Andenmatten E y F.J. Letourneau. 2003. Predicción y proyección del rendimiento de pino ponderosa en las provincias de Chubut y Río Negro, Argentina. Revista de Ciencias Forestales: Quebracho 10: 14-25.

Andenmatten E., J.F. Letourneau, E. Getar. 2007. Simulador forestal para *Pseudotsuga menziesii* (Mirb) Franco y *Pinus ponderosa* (Laws) en Patagonia Argentina. Resumen y trabajo completo. En *Actas*: 1ra. Reunión sobre Forestación en la Patagonia. Ecoforestar 2007. 25 al 27 de abril. *Editado por* Gonda H., M. Davel, G.A. Loguercio y O.A. Picco. Esquel, Chubut. p. 374-380

Avery T.E. y H.E. Burkhart. 1994. Forest Measurements. Fourth Edition. McGraw-Hill. pp 408.

Assman E. 1970. The principles of forest yield study. Ed. Pergamon Press. Oxford.

Broquen P., J.L. Girardin, G. Falbo, O. Alvarez. 1998. Modelos predictores de índice de sitio en *Pinus ponderosa* Dougl. en base a características del suelo andinopatagónico oriental, 37°-41° S, República Argentina. Revista Bosque 19(1): 71-79.

Broquen P. 2002. Efecto del pino ponderosa sobre el suelo y su relación con la productividad. Jornadas técnicas de divulgación. Grupo suelos - sustentabilidad PIA 04/S005. Asentamiento Universitario San Martín de los Andes. Facultad de Ciencias Agrarias.

Carmean W. H. 1975. Forest site quality evaluation in the United Status. Adv. Agron. 27:209-269.

CIEFAP-FUNDFAEP 2015.Evaluaciones Ambientales Estratégicas y Programa de Monitoreo de la Biodiversidad en las plantaciones de la región Patagonia Andina. UCAR. Proyecto de Conservación de la Biodiversidad en Paisajes Productivos Forestales. GEF TF 090118. Informe inédito.

Clutter J.L., L. C. Forston, L. V. Pienaar, G. H. Brister y R. L. Bailey. 1983. Timber management : a quantitative approach. Krieger Publishing Company. Florida. 333 pp.

Coile D. W. y F. X. Schumacher 1953. Relation of soil properties to site index of loblolly and shorteaf pines in the Piedmont region of the Carolinas, Georgias and Alabama. Journal of Forestry 51:739-744.

Colmet Daage F., Marcolin, A., Lopez C., Lanciotti, M.L. Ayesa, J. Bran, D., Andenmatten E., Broquen P., Girardin J.L., Cortes G., Irisarri J., Besoain E., Sadzawka G., Sepúlveda S., Massaro S., Millot P., Bouleau P. 1988. Características de los suelos derivados de cenizas volcánicas de la cordillera y precordillera del norte de la Patagonia. INTA-ORSTOM. S. C. Bariloche, Argentina, 39 pp.

Davel, M., Burschel, P. y Ortega, A. 1999. Determinación de la productividad de sitio para pino oregón en la Patagonia Andina. Folleto de Divulgación N° 13. Esquel, Argentina: CIEFAP GTZ.

Davel M.M. y A. Ortega. 2003a. Productividad por zonas de crecimiento para pino oregón (*Pseudotsuga menziesii* (Mirb.) Franco) en la Patagonia Andina Argentina. Inves. Agr.: Sist. Recur. For. Vol. 12 (3): 33-45. España.

Davel M.M. y A. Ortega. 2003b. Estimación del índice de sitio para pino oregón a partir de variables ambientales en la Patagonia Andina Argentina. Revista Bosque Vol. 24 (1): 55-69. Valdivia, Chile.

Davel M.M., S. Havrylenko, M.V. Fernández, A. Barbe. 2007. Zonificación por clases de sitio para forestaciones con pino oregón en la provincia del Chubut. *En Actas*: Primera Reunión sobre forestación en la Patagonia. EcoForestar 2007. Esquel, Argentina. 25 a 27 de abril de 2007. . *Editado por* Gonda H., M. Davel, G.A. Loguercio y O.A. Picco. Esquel, Chubut. 123-132 p.

Duchaufour Ph. 1984. Edafología. 1. Edafogénesis y clasificación. Edit Masson, Barcelona, España, 493 p.

Fernández J. C. 2001. Variables ambientales indicadoras de la calidad de sitio en plantaciones de pino ponderosa en Neuquén. Práctica laboral Asentamiento Universitario de San Martín de los Andes. Universidad Nacional del Comahue. 29 pag.

Ferrer A.J., Irisarri J. y Mendía J.M. (2006) Suelos de la Provincia del Neuquén. Ediciones INTA, CFI. Buenos Aires. 224 p.

Forest Service of British Columbia (1999). How to determine forest site in silviculture. Workbook. http://www.for.gov.bc.ca/hfp/pubs/sicourse/index.htm.

Frugoni M.C., P. Broquen P., J.L. Girardin y G. Falbo. 2000. Propiedades de los suelos y su relación con los Factores del Sitio a través del Análisis de Componentes Principales. XVII Congreso Argentino de la Ciencia del Suelo. Mar del Plata.

Frugoni M.C., G. Falbo, D. Zapiola, A. Rolón, R. Ramos. 2006. Estudio de suelos Campo Alicura, provincia del Neuquén, Argentina. Convenio UNC Sede San Martín de los Andes-REPSOL YPF.

Gonda H.E., S.D. Tesch, D.D. Marshall y G.O. Cortés. 1998a. A growth intercept index for unthinned young-growth ponderosa pine plantations in Neuquén, Patagonia, Argentina. 83-119. In Height-diameter and volume equations, growth intercept and needle length site quality indicators, and yield equations for young ponderosa pine plantations in Neuquén, Patagonia, Argentina. Ph.D. thesis, College of Forestry, Forest Resources Department, Oregon State University, USA. 198 p.

Gonda H.E., S.D. Tesch, y G.O. Cortés. 1998b. Needle length as site quality predictor in unthinned young-growth ponderosa pine plantations in Neuquén, Patagonia, Argentina. 120-144. In Height-diameter and volume equations, growth intercept and needle length site quality indicators, and yield equations for young ponderosa pine plantations in Neuquén, Patagonia, Argentina. Ph.D. thesis, College of Forestry, Forest Resources Department, Oregon State University, USA. 198 p.

Gonda H. y G. Cortés 2001. Ecuaciones para el manejo de las plantaciones de Pino ponderosa en Neuquén. Publicación técnica Nº 30. CIEFAP-Proyecto Forestal de Desarrollo SAGPyA. 24 p.

Gonda H.E., M.A. McAndrews y G.O. Cortés. 2002. El largo de las acículas como indicador de la calidad de sitio en plantaciones de pino ponderosa en Neuquén. Patagonia Forestal. Año VIII, Nº 1: 7-10.

Irisarri, J.; J. M. Mendía, C. Roca., C. Buduba, F. Valenzuela, F. Epele, F. Fraseto, G. Ostertag, S. Bobadilla y E. Andenmatten 1995. Zonificación de las tierras para la forestación. CFI - Provincia del Chubut. Dirección General de Bosques y Parques de la Provincia del Chubut. Formato digital.

Irisarri J. y Mendía J. 1997. Relaciones suelo-paisaje en la evaluación de la potencialidad forestal de la región central andino – patagónica, Argentina. Bosque 18: 21 – 30.

Irisarri J. 2000. La propuesta de reclasificación de los Andepts de Argentina, de acuerdo al Orden Andisoles (1999) *En Actas* Taller Soil Taxonomy, Area de Investigación en Cartografía de Suelos y Evaluación de Tierras. 14 y 15 de Marzo 2000. Instituto de Suelos - IRN – CNIA – INTA..

Loguercio G. A., J. D. Lencinas, C. Buduba y J. Irisarri. 2009. Evaluación de la calidad de sitio para planificar forestaciones de pino ponderosa en Chubut. *En Actas* de 1º Reunión sobre Planificación y Legislación Forestal de la Patagonia. Esquel. Chubut. 22-23 de Abril de 2009.

Loguercio G. A., C. Buduba, E. Oyharçabal, H. Gonda, D. Mohr Bell y N. Hansen 2015a. Productividad forestal y bases para el desarrollo de sistemas silvopastoriles con pino ponderosa al sur de la provincia de Chubut. PIA 10093. BIRF 7520 AR. Informe Final (inédito). 73 p.

Loguercio G. A., L. La Manna, H. Gonda, D. Mohr Bell, L. Heitzmman y C. Frugoni 2015b. Herramientas para zonificar la calidad de sitio de pino ponderosa y sitios especiales para especies forestales de alto valor maderable en Neuquén. PIA 10092. BIRF 7520 AR. Informe Final (inédito).

López C.R., E. Andenmatten, P.M. Willems, F.J. Letourneau. 2008. Relaciones entre las variables medioambiental y la calidad del sitio para pino ponderosa. En Semiárido: Un desafío para la Ciencia del Suelo, Congreso Argentino de la Ciencia del Suelo. *Resúmenes* 21avo Congreso Argentino de la Ciencia del Suelo. . 13-16 de mayo Potrero de los Funes, San Luis. Argentina.

McKenney D. W. and J. H. Pedlar. 2003. Spatial models of site index based on climate and soil properties for two boreal tress species in Ontario, Canada. For. Ecol. Manage. 175, 497-507.

Mendia, J. y J. Irisarri 1986. Relevamiento de suelos con aptitud forestal en la región occidental de la Provincia. de Río Negro. Consejo Federal de Inversiones-Universidad Nacional del Comahue. Fac. de Cs. Agrarias. Argentina. 113p.

Mizota C., L.P. van Reeuwijk. 1989. Clay mineralogy and chemistry of soils formed in volcanic material in diverse climatic regions. International Soil Reference and information centre (ISRIC). Soil Monograph 2. 103 p.

Montes C. y P. Laclau 2010. Disponibilidad de tierras para la forestación con coníferas en los Departamentos Minas y Aluminé, Neuquén. Editor: P. Laclau. Mar del Plata. 25 pag.

Nanzyo M. 2002. Unique Properties of Volcanic Ash Soils. Global Environmental Research. Vol 6, Nº 2. 99-112.

Schmidt M.G., W.H. Carmean 1988. Jack pine site quality in relation to soil and topography in north central Ontario. Ca. J. For. Res. 18, 297-305.

Shoji S., M. Nanzyo, R. Dahlgren. 1993. Volcanic ash Soils. Elsevier.

Sociedad Forestal Americana. 1971. Terminology of forest science, technology, practice and products. Washington D.C. 349 pp.

Soil Survey Staff. USDA, NRCS. 2010. Keys to Soil Taxonomy. Eleventh Edition.

Walkley, A y I. Black. 1934. An examination of the Degtjareff method and a proposed modification of the chromic matter and a proposed modification of the chromic acid titration method. Soil Sci. 34:29-38.

Wang G.G. 1994. White spruce site index in relation to soil, understory vegetation, and foliar nutrients.

Wang G.G.y K. Klinka 1996. Use of synoptic variables in predicting white spruce site index. For. Ecol. Manage. 80, 95-105.

EL ESTABLECIMIENTO DE LAS PLANTAS

AUTORES: Héctor Gonda, Miguel Davel, Never Bonino, Liliana Contardi, Silvia Focarazzo, Francisco Calvi, Uriel Mele

Revisores: Federico Letourneau y Sara Castañeda



ESTABLECIMIENTO PLANTAS

Cómo se cita este capítulo:

Gonda H., M. Davel, N. Bonino, L. Contardi, S. Focarazzo, F. Calvi, V. Rusch, U. Mele. 2015. El establecimiento de las plantas. Manual de Buenas Prácticas para el manejo de plantaciones forestales en el noroeste de la Patagonia. Editores: L. Chauchard, M.C. Frugoni, C. Nowak. Editorial Buenos Aires. Cap. 8. p: 165-190



INTRODUCCIÓN

La manera más expeditiva, práctica y eficiente de instalar un bosque es a través de la plantación (Smith *et al.* 1997). Hacerlo a través de la siembra o promoviendo la regeneración natural no siempre es posible y suele demandar más tiempo, conocimiento y desarrollo de tecnologías que, a menudo, no están disponibles. La plantación implica una inversión de alto impacto económico por tener lugar al principio del ciclo de vida del bosque. Los errores cometidos en la instalación del rodal pueden ser irreversibles (Smith *et al.* 1997). Una plantación exitosa fundamentalmente requiere elegir la especie adecuada para el sitio, la utilización de plantines de buena calidad y una correcta manipulación y plantación de los mismos.

En 2010, el área forestal plantada era aproximadamente de 264 millones de hectáreas en todo el mundo, lo que representaba el 7 % del total de los bosques. El 76 % del área forestada tenía como objetivo principal la producción de materia prima y/o productos no madereros (FAO 2010). La mayor superficie se concentraba en el este asiático (sobre todo China), Europa y Norte América con el 75 % del total. Aproximadamente un cuarto de la superficie estaba constituida por especies exóticas, las que se concentran fuertemente en algunos países, y dentro de estos en algunas regiones, tal como es el caso de Sud América (Argentina, Bolivia, Brasil, Chile, Ecuador y Uruguay), Oceanía (Nueva Zelanda) y África. Se supone que para 2020 la superficie forestada en el mundo alcanzará los 300 millones de ha (FAO 2010).

Desde mediados del siglo pasado, en la región Andino patagónica, las plantaciones forestales se han establecido con varios propósitos. El fin más antiguo, y en el que se han centralizado los mayores esfuerzos, ha sido la instalación de plantaciones industriales de especies exóticas de rápido crecimiento, fundamentalmente coníferas y salicáceas, en áreas de secano y de regadío, respectivamente. Otro objetivo más reciente, por el momento de pequeña escala, es la repoblación de bosques naturales afectados por incendios forestales, degradados por el pastoreo indiscriminado, perturbados por la extracción excesiva de madera y leña, etc. A estos dos objetivos centrales se le suman otros de menor envergadura pero con un gran potencial, tales como planes de control de erosión hídrica y eólica, la agroforestería, el arbolado urbano y la creación de parques periurbanos (Contardi y Gonda 2012).

SELECCIÓN DEL SITIO

Existen numerosos trabajos en el norte de la Patagonia andina acerca de la determinación de la calidad sitio para la plantación de coníferas exóticas, fundamentalmente pino ponderosa (*Pinus ponderosa*) y pino oregón (*Pseudotsuga menziesii*). Algunas publicaciones basadas en estudios regionales se centran en la zonificación de las tierras forestables

a escala provincial, clasificando las mismas en varias categorías entre muy aptas y no aptas, en función de las características del suelo, el relieve, etc (Irisarri y Mendía 1991, Irisarri y Mendía 1997, Colmet Daage 1989, Ferrer *et al.* 1990, Broquen *et al.* 1991, Mendía e Irisarri 1986, Colmet Daage *et al.* 1995, Irisarri *et al.* 1995, Girardin y Broquen 1995, Davel y Ortega 2003a, Loguercio *et al.* 2009). Publicaciones más recientes presentan coberturas digitales para definir clases de sitio a nivel provincial en base a la exposición, la pendiente, la precipitación anual y la temperatura (Loguercio *et al.* 2009, 2015a y 2015b). Otros trabajos brindan herramientas para predecir la calidad de sitio a nivel local, en función del crecimiento en altura de los árboles, ya sea expresado como índice de sitio o de entrenudos (Andenmatten y Letourneau 1997a y b, Gonda *et al.* 1998, Davel y Ortega 2003b). También se han hecho intentos para determinar la calidad de sitio en base a variables ambientales a nivel local. En el caso del pino oregón se obtuvieron buenos resultados pudiendo predecirse más del 80 % de la variación en calidad de sitio, fundamentalmente en base al contenido de materia orgánica del suelo. Este no es el caso del pino ponderosa, ya que los modelos no alcanzan a predecir la mitad de la variación de la calidad de sitio (Fernández 2001). Estos resultados coinciden con lo que ocurre en la zona de origen de estas especies; la alta correlación entre el crecimiento del pino oregón y el contenido de materia orgánica del suelo lo convierte en una de las pocas especies forestales cuyo desarrollo puede predecirse en función de variables del suelo. Para mayores detalles ver el capítulo 7.

ESPECIES

La especie más plantada en la región es el pino ponderosa con unas 60.000 ha, ya que se adapta a las condiciones del ambiente del ecotono bosque-estepa, donde se establecen la mayoría de las forestaciones. La segunda especie en importancia es el pino oregón, que presenta mejores crecimientos que el pino ponderosa, pero al ser más demandante en humedad y más sensible al efecto del frío y el viento, ve reducida la superficie apta para su desarrollo, con unas 6000 ha en la región. Si bien existen unas 3000 ha de plantaciones de pino contorta (*Pinus contorta*), este se ha dejado de plantar hace unos años debido a que en los sitios aptos para esta especie el pino ponderosa se desarrolla más rápidamente y a que una importante proporción de esta superficie presenta árboles de mala forma. Sin embargo el pino contorta tiende a ser menos cónico que el pino ponderosa y presenta una madera más densa y estable al secado, lo que determina que sería aconsejable considerar la posibilidad de volver a plantar cierta superficie con esta especie. Su alta capacidad invasiva requiere que al establecer rodales de esta especie se deba contemplar este factor para prevenir inconvenientes futuros. Existe también en la región una pequeña superficie plantada con pino radiata (*Pinus radiata*) y esta especie es sin duda la que presenta mayores crecimientos. Sin embargo, también se ha dejado de plantar hace varios años debido a su sensibilidad a ciertas plagas, como la mariposa del brote (*Rhyacionia buoliana*) y el sirex (*Sirex noctilio*), y a sufrir roturas de su ápice y desgajarse debido a la nieve por ser una especie muy frondosa. Una evaluación económica ponderando el rápido crecimiento con los riesgos sanitarios y físicos, podría contribuir a decidir la conveniencia de volver a instalar la especie en la región.

En el caso de plantar pino oregón en lugares con fuertes heladas, como en terrenos elevados cercanos al bosque de lenga (*Nothofagus pumilio*), o en lugares donde se produce

acumulación de aire frío como en planos sin pendiente o en fondos de valle, se les debe proveer a los plantines algún tipo de protección, tal como la que puede brindar la vegetación arbustiva o una plantación de coníferas cercana al turno de corta raleada fuertemente. Esto se observó en un ensayo realizado en Trevelin (Chubut) que abarcó un sector plano y una ladera con una pendiente de 20 °, con exposición Este. En la plantación realizada en el plano hubo muy bajo prendimiento (3 %) y se evidenciaron daños por heladas, mientras que en la ladera hubo un prendimiento del 97 %, no se observaron daños por heladas y las plantas tuvieron excelentes crecimientos iniciales en altura (Figuras 1 y 2).



Figura 1. Plantación de pino oregón de 4 años de edad, en un sector plano, donde se pueden observar los efectos de la helada sobre el follaje por acumulación de aire frío. El crecimiento en altura fue de 22 cm por año.



Figura 2. Plantación de pino oregón de 4 años de edad en un sector con pendiente suave, donde se observa el buen estado de las plantas. El crecimiento en altura fue de 1,14 m por año.

Si bien desde un punto de vista biológico y económico sería deseable plantar una mayor variedad de especies, las características ambientales del ecotono patagónico reducen notablemente las opciones. Se han instalado varios ensayos para probar otras especies exóticas. En la provincia de Chubut, estudios instalados hace más de 12 años, demuestran que ciertos orígenes de pino Jeffrey (*Pinus jeffreyi*), pino blanco del oeste (*Pinus monticola*), pino marítimo (*Pinus pinaster*), pino silvestris (*Pinus silvestris*) y pino negro (*Pinus nigra*) pueden tener buen prendimiento y alcanzar buen crecimiento en sitios de calidad media (Enricci y Gonda 2010, Gonda y Enricci 2010). En la provincia de Neuquén existen pequeños rodales de más de 30 años de edad de pino Jeffrey, silvestris y montícola que presentan buenos crecimientos y árboles de buena forma. En cuanto a las latifoliadas, dos especies rústicas, tal como la como la acacia blanca (*Robinia pseudoacacia*) y el olmo (*Ulmus spp*) muestran cierto potencial en áreas con más de 700 mm de precipitación anual. A estas latifoliadas se le podría agregar el roble europeo (*Quercus robur*), si se riega durante los primeros 2 o 3 años. Si bien con un mínimo de 900 mm anuales la lista de especies latifoliadas aptas para el cultivo se amplía, por ejemplo con el arce, el serbal, el guindo y el raulĺ, sitios con esta precipitación generalmente están ocupados por bosque nativo (Godoy y Van den Heede 2011 y 2012, Godoy *et al.* 2007). En cuanto a las especies nativas, el ciprés de la cordillera (*Austrocedrus chilensis*) y la lenga han sido objeto de los mayores esfuerzos. Sin embargo las plantaciones realizadas hasta el presente son de pequeña escala y una importante proporción se instalan a modo de ensayo (ver capítulo 12).

PRODUCCIÓN DE PLANTINES

REGENERACIÓN NATURAL VS. VIVERIZACIÓN

Los plantines para forestar un área sin árboles, pueden obtenerse de la regeneración natural de un bosque o del cultivo a partir de semilla o micro-propagación en vivero. A pesar de que uno tendería a pensar que las plántulas producto de la regeneración espontánea del bosque podrían brindar buenos resultados por ser más “naturales”, en realidad las plantas producidas en vivero, generalmente, tienen mejor prendimiento y mayor crecimiento una vez llevadas al sitio de plantación. Esto se debe a dos razones fundamentales. Primero, en el vivero es posible proveer a las plántulas del agua y los nutrientes necesarios de manera controlada, es decir evitar los períodos de estrés que se producen en la naturaleza debido a la fluctuación de las precipitaciones o deficiencias de nutrientes en el suelo. Segundo, en el vivero es posible controlar el desarrollo de las raíces de manera de promover la formación de un sistema fibroso, de gran volumen y relativamente superficial, lo que permite obtener una planta con una relación raíz/tallo mucho más favorable para soportar la adaptación al campo. Actualmente, se considera que plantines de buena calidad son aquellos cuyas raíces están en capacidad de producir un crecimiento explosivo una vez llevados al sitio de plantación (Contardi y Gonda 2012).

En la naturaleza, los plantines tratan de producir una raíz pivotante profunda y/o varias raíces muy extendidas superficialmente para poder obtener la mayor cantidad de agua posible del suelo (Burdett *et al.* 1984). Por lo tanto, en forma natural, las raíces no se desarrollan concentradas en un pequeño volumen de suelo cerca de la superficie, como sería lo deseable para poder llevar al campo un plantín con un abundante sistema radical,

sin que sea necesario cavar un gran pozo. No obstante ello, las plántulas producto de la regeneración natural pueden ser de utilidad en ciertas situaciones. Si estas plántulas son extraídas tempranamente del bosque y se “viverizan” durante un tiempo antes de ser llevadas al sitio de plantación, su calidad puede mejorar notablemente. Como ejemplo se pueden citar proyectos de restauración de bosques de lenga afectados por el fuego en Tierra del Fuego (Parodi *et al.* 2013) y en Torres del Paine, Chile (CONAF 2009).

Otro motivo por el cual los plantines que se utilizan para establecer forestaciones generalmente se producen en vivero, es porque esto permite utilizar semillas de variedades mejoradas genéticamente. Los procesos de mejoramiento son muy dinámicos y suelen continuar por muchos años intentando mejorar distintas características biológicas y/o tecnológicas, lo que determina que a menudo exista mejor material disponible para cada generación (Figura 3).



Figura 3. Plantines de pino ponderosa provenientes de semilla comercial (izquierda) y de huerto semillero (derecha), producidos bajo el mismo régimen de cultivo en el vivero del Campo Agroforestal de EEA INTA Esquel (foto: Teresa Schinelli).

Teniendo en cuenta que en el mundo se forestan alrededor de 5 millones de hectáreas por año, no cabe duda de la importancia que tienen los viveros forestales, al ser las fábricas en donde se producen los plantines necesarios para cumplimentar dicha tarea. La regeneración artificial de los bosques es un área del conocimiento muy dinámica. Prueba de ello es que en los últimos años han aparecido publicaciones periódicas dedicadas fundamentalmente a este tema, tales como la revista internacional *New Forest* y la publicación del Servicio Forestal de los Estados Unidos denominada *Tree Planters Notes* (Contardi y Gonda 2012). La calidad de los plantines forestales es muy específica y generalmente implica mayores requerimientos que las plantas destinadas a jardinería u horticultura, ya que los pequeños árboles deberán estar en condiciones de arraigarse en un ambiente natural, generalmente adverso, muy distinto a las condiciones óptimas recibidas en el vivero o un jardín doméstico (Contardi y Gonda 2012).

LA PRODUCCIÓN DE PLANTINES FORESTALES EN LA PATAGONIA ANDINA

Semilla

Tradicionalmente, las semillas de las cuales provienen la mayoría de las plantaciones de coníferas exóticas de la Patagonia, son de origen comercial. Primeramente, de proveedores del noroeste de Estados Unidos y a partir de la década del 90, de rodales semilleros locales. En 2001 el INTA instaló huertos semilleros clonales de pino ponderosa y oregón; uno de ellos en Río Negro en la localidad de Bariloche; dos en Chubut en Las Golondrinas y Trevelin y uno en Neuquén, en la localidad de Huinganco. En el 2013 se obtuvieron los primeros 80 kg de semilla de pino ponderosa y su producción potencial será de unos 500 kg anuales, lo que alcanzaría para forestar unas 7.000 ha. Dado que en la región nunca se ha alcanzado a forestar esta superficie en un solo año, en principio los huertos podrían abastecer la demanda total de simiente (Aparicio *et al.* 2014).

Tipos de plantines

El cultivo de plantines forestales en la región andino patagónica desde los años 60 y por varias décadas, se llevó a cabo utilizando fundamentalmente el sistema tradicional de producción a raíz desnuda (Figuras 4 y 5) (Andenmatten 1993). Con dicho sistema eran necesarios de 2 a 3 años para obtener una planta, predominando los tipos 1+1, 2+0, 2+1 y 1+2 (Contardi y Bava 2005). El primer número representa la cantidad de años (en realidad se refiere a temporadas de crecimiento) que la planta creció en el cantero/contenedor donde germinó. El segundo número representa los años que pasó en cantero/contenedor donde se lo trasplantó (Owston *et al.* 1992). Los plantines grandes son los más indicados para instalar en los buenos sitios donde abundan la humedad y los nutrientes, ya que por su mayor tamaño y crecimiento inicial pueden superar a la vegetación competitiva y el eventual daño de mamíferos herbívoros. Cuanto más grandes son los plantines menos favorable es la relación parte aérea/raíz, para aquellos producidos a raíz desnuda se recomienda una relación de 3:1 y para los producidos en bandejas de 2:1 (Haase 2011). Sin embargo, la relación parte aérea/raíz menos favorable de los plantines a raíz desnuda no suele ser un problema en los buenos sitios, dado que disponen de suficiente humedad.

La principal desventaja de los plantines a raíz desnuda es que la raíz se transporta al sitio de plantación separada del suelo, lo que determina que el plantín debe restablecer contacto con el mismo. Nuevamente este proceso se ve más facilitado en los sitios húmedos que en los secos (Contardi y Gonda 2012). En estudios realizados en sitios húmedos de la Patagonia andina, plantines de pino ponderosa y pino oregón a raíz desnuda alcanzaron mayor crecimiento con mayor tamaño (Davel *et al.* 2000, Davel *et al.* 2001).

Desde mediados de la de la década del 90' comenzaron a desarrollarse sistemas productivos más intensivos, para obtener plantas en un período más corto, de 8 a 9 meses (Enricci *et al.* 2001, Fariña 2000). Estos sistemas utilizan bandejas, en algunos casos al aire libre y en otros dentro de invernáculos (Figuras 6 y 7). En los útimos 10 años, los plantines producidos en bandejas, en invernáculos, con la aplicación de fertirriego han tenido un buen desempeño en el terreno, lo que ha motivado que tengan gran aceptación y demanda entre los forestadores, tendiendo a predominar en el mercado. En la temporada 2006, solamente el 36 % de los viveros de la región continuaba utilizando exclusivamente el sistema tradicional produciendo plantines a raíz desnuda, un 27 % utilizaba solamente bandejas y un 36 % utilizaba los dos sistemas (Contardi y Vera 2006). Actualmente, en la provincia del Neuquén, entre el sector público y privado se producen aproximadamente 1.000.000 de plantines en bandejas con tamaños de cavidad que varían entre los 120 y 250 cm^3.

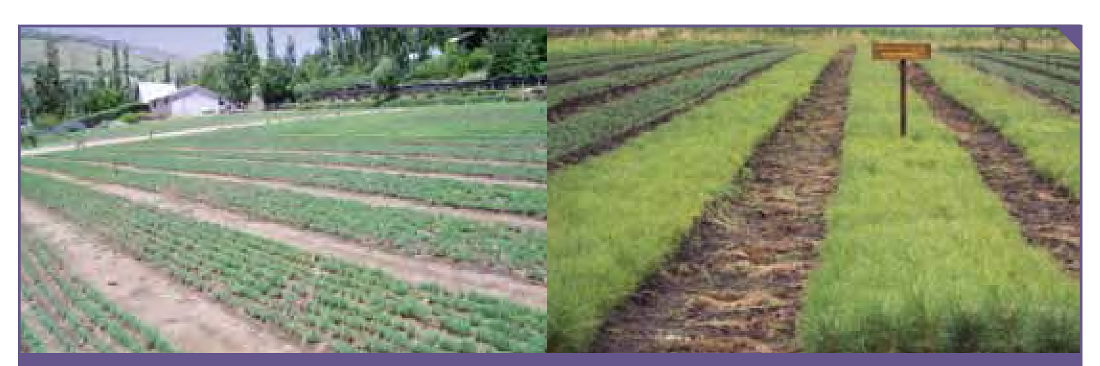


Figura 4. Canteros de plantines de pino ponderosa cultivados a raíz desnuda en la patagonia andina. Izquierda: cantero con plantines de un año previo al trasplante en el vivero Provincial de Huinganco, Neuquén. Se mantendrán un año más en el cantero de trasplante antes de ser llevados a plantación Derecha: cantero con plantines de 2 años, sin trasplante, listos para ser llevados a plantación, en el vivero del Campo Agroforestal de EEA INTA Esquel, en Chubut (Foto: Contardi y Gonda 2012).



Figura 5. Plantines de pino ponderosa listos para ser llevados a campo luego de ser cultivados a raíz desnuda durante dos años sin trasplante, en la patagonia andina. El plantín de la izquierda tiene las raíces lavadas lo que permite apreciar mejor la fibrosidad de las mismas (Fotos L. Contardi).



Figura 6. Bandejas con plantines de pino ponderosa recientemente germinados. Izquierda: en un invernáculo del vivero de la Universidad Nacional de la Patagonia San Juan Bosco, en Esquel, Chubut. Derecha: al aire libre en un vivero de la Provincia del Neuquén, en Huinganco. (Fotos: Contardi y Gonda 2012).



Figura 7. Plantines de pino ponderosa listos para ser llevados a campo, luego de ser cultivados durante una temporada de crecimiento en bandejas, en invernáculo. Izquierda: en la sede Esquel de la Universidad Nacional de la Patagonia San Juan Bosco, derecha: en el vivero de Junín de los Andes de CORFONE SA.

La gran ventaja de los plantines en envase es que la raíz se mantiene unida al medio de crecimiento, facilitando el prendimiento en el terreno. Además habitualmente estos plantines se producen bajo condiciones más controladas, generalmente en invernáculo, lo que permite administrar a los mismos la humedad y nutrientes necesarios en todo momento. Adicionalmente, la proporción raíz/tallo suele ser más alta que la de los plantines producidos a raíz desnuda, lo que los hace especialmente adecuados para sitios secos.

Por estas razones, la proporción de plantines producidos en envases en invernáculos crece constantemente en todo el mundo, no sólo en países fríos y templados, sino también en lugares sub-tropicales (Contardi y Gonda 2012). En la Patagonia, para pino ponderosa, los envases de entre 110 y 160 cm^3 han producido buenos resultados.

Más allá del hecho de que los plantines sean producidos a raíz desnuda o en bandeja, es importante tener en cuenta que las características morfológicas y fisiológicas que debe reunir para lograr un buen prendimiento y crecimiento inicial varían de un sitio a otro. En otras palabras, un mismo plantín puede dar resultados excelentes en un tipo de sitio y no servir para otros. No existe un “plantín ideal” con la capacidad de brindar buenos resultados en todos los sitos. Por este motivo se debe determinar qué tipo de plantín es el más aconsejable para cada sitio a través de la experimentación. Hasta fines de la década del 90’, los viveros andino patagónicos proveedores de plantines para forestación en macizo, produjeron fundamentalmente especies exóticas de rápido crecimiento. Si bien otros viveros habían producido especies nativas, siempre lo hacían en pequeñas cantidades y de manera esporádica (Lebed 1993, Nuñez 1993). Desde el año 2.000, el interés y el conocimiento de la producción de especies nativas ha aumentado progresivamente, tanto a raíz desnuda en los comienzos, como en contenedores más recientemente (de Errasti y Contardi 2009, Enricci y Massone 2003, Massone 2002, Tejera *et al.* 2008, Schinelli y Martínez 2010). Si bien la producción de plantines nativos está aún muy por debajo de la escala de las especies exóticas de rápido crecimiento, se están haciendo importantes avances en la tecnología de su cultivo (Figura 8). Es de esperar que los planes de restauración que se puedan presentar bajo el marco de la Ley Nacional Nº 26.331 de “Presupuestos mínimos” den un impulso importante a la producción de árboles nativos. También existen en la región viveros dedicados fundamentalmente a la producción de plantas para arbolado urbano.



Figura 8. Plantines de especies nativas de los bosques andino patagónicos cultivados en contenedores, dentro de invernáculos en esta región. Izquierda: ciprés de la cordillera (*Austrocedrus chilensis*); centro: lenga (*Nothofagus pumilio*); derecha: coihue (*Nothofagus dombeyi*) (Contardi y Gonda 2012).

Almacenaje

En algunos lugares del mundo los plantines suelen almacenarse en cámara de frío por semanas o meses antes de ser llevados al sitio de plantación. Si a los plantines se los almacena a temperaturas sobre cero, entre 1 y 3 grados, se los puede conservar hasta un mes, si se los mantiene a temperaturas bajo cero, entre -1 y-3 grados, se los puede conservar entre 2 y 8 meses (Escobar 2012). Si bien esta práctica de almacenaje en cámara de frío aun no se realiza en la región, podría aplicarse en el futuro.

MANIPULACIÓN DE LOS PLANTINES DESDE EL VIVERO A LA PLANTACIÓN

Haber elegido plantines de buena calidad y de características adecuadas para el sitio de plantación es solo el principio del proceso. Para tener éxito en el establecimiento de la forestación también es necesario manipular los plantines en forma apropiada desde el momento que salen del vivero hasta que llegan al lugar de destino, y por último realizar la plantación en forma correcta. Los plantines se deben manipular lo menos posible (Escobar 2012). Las principales acciones a considerar son: extracción, preparación, embalaje, transporte y barbecho, esto último solo en el caso de utilizar plantas a raíz desnuda.

A RAÍZ DESNUDA

Una vez que las plantas han alcanzado el tamaño para ser llevadas a plantación, son extraídas del suelo y embaladas para su transporte. En el caso de los plantines a raíz desnuda, esto representa un momento crítico, ya que sus sistemas radiculares son bruscamente expuestos a la luz y al aire y sufren la pérdida de muchas de sus raicillas absorbentes (Martínez 1990). Por este motivo se deben tomar las siguientes precauciones:

1. Realizar la extracción a fines del otoño o durante el invierno, entre mayo y fines de agosto, cuando las plantas están en dormancia y además este período coincide con las condiciones más adecuadas para plantar.

2. Realizar la extracción preferentemente los días nublados y sin viento, para evitar el desecamiento.

3. No extraer las plantas cuando el suelo esté congelado, o cuando esté demasiado húmedo o barroso para evitar daños en las raíces (DeYoe 1986).

4. Si el suelo está seco es conveniente realizar un riego suave para asegurarse de que las plantas estén hidratadas, facilitar la extracción y minimizar los posibles daños en sus raíces (DeYoe 1986).

5. Mantener húmedas las plantas recién extraídas en todo momento (Contardi 1999).

Se seleccionan las plantas extraídas y se le podan las raíces. Asimismo, se descartan las plantas muy pequeñas, con tallo débil no lignificado, bifurcadas, torcidas, con raíces en-

ruladas o curvadas y las que presenten daños, clorosis o síntomas de ataque o enfermedad. En líneas generales no es conveniente llevar a plantación individuos con diámetros del cuello menores a 4 mm.

La poda de raíz se realiza tomando de a 8 o 10 plantas, a las que se sacude suavemente para eliminar el exceso de tierra y se hace coincidir el nivel del cuello de todas ellas antes de realizar el corte con machete o tijeras. Los objetivos de la poda de raíz son: homogeneizar el largo para facilitar el embalaje y la plantación, inducir la lignificación del tallo y estimular el desarrollo de raíces terciarias (Peñaloza 1996).

Una vez podadas las raíces, las plantas se agrupan en atados y sus raíces se recubren con barro o geles humectantes, como el alginato de sodio (Picco 1993). Las ataduras no deben ser demasiado apretadas, sólo lo necesario para que las plantitas se mantengan juntas. En la zona es común colocar las raíces de los atados en bolsas de nylon y estas en cajas de cartón para trasportarlas al lugar de plantación. Una vez extraídas del vivero, las plantas deben ser llevadas al terreno inmediatamente, o en su defecto lo antes posible. Cualquiera sea el embalaje utilizado, los cuidados en el transporte también son fundamentales para evitar la deshidratación y daños mecánicos:

1. Nunca deben transportarse las plantas expuestas al sol o al viento.

2. Deben utilizarse vehículos cerrados pero sin evitar la circulación de aire. De no contarse con los mismos las plantas deben ir tapadas con lona. Idealmente de color blanco brillante hacia el exterior y plateadas hacia el interior (DeYoe 1986).

3. Si las plantas deben transportarse durante más de 6 horas, en días calurosos se debe realizar el transporte en las primeras horas de la mañana o al anochecer, evitando las horas de mayor temperatura. Siempre se debe estacionar el vehículo en lugares con sombra. Cada tanto se deben abrir algunas bolsas con el fin de controlar la humedad de las raíces y, de ser necesario, se deben humedecer (DeYoe 1986).

Lo ideal es que las plantas extraídas del vivero no pasen más de uno o dos días sin ser plantadas. Esto a veces es dificultoso por las distancias que existen entre el vivero y el lugar de plantación; en estos casos las plantas llevadas a campo y que no se serán plantadas inmediatamente, deben ser puestas en "barbecho", en lugares protegidos del sol y del viento (Figura 9).



Figura 9.Colocación de plantas en "barbecho" en el lugar de plantación (tomado de Davel *et al.* 2003).

EN BANDEJA

En el caso de los plantines producidos en bandejas, si bien las raíces se mantienen unidas al medio de cultivo, para su embalaje y transporte se deben tener en cuenta las mismas precauciones que con los plantines a raíz desnuda. Puede existir la tentación de trasladar los plantines dentro de las bandejas, pensando que esto previene daños en las plantas y se evita la tarea de acondicionamiento de los mismos. Sin embargo, no existe evidencia al respecto y generalmente esto trae aparejado varios problemas, tales como daños en las bandejas, aumento de riesgo de contaminación con patógenos y mayor costo de transporte (Escobar 2012). La extracción de los plantines de las bandejas debe realizarse con sumo cuidado para evitar la pérdida del sustrato, ya que la cohesión del mismo está altamente correlacionada con la supervivencia en el campo. Se debe evitar los días con heladas. Generalmente los plantines se acondicionan en cajas rígidas que poseen un nylon interior para prevenir la deshidratación (Figura 10).



Figura 10. Aspecto interior de cajas donde se transportan plantines de pino ponderosa cultivados en bandejas en invernáculo (arriba) y del apilado y condicionamiento de las mismas (abajo) en el vivero de Junín de los Andes de CORFONE SA.

PREPARACIÓN DEL SITIO

Este tema requiere una mención especial, no solo debido a su gran importancia sobre el éxito de la plantación, sino fundamentalmente al hecho de que el norte de la Patagonia andina presenta una situación única en el mundo. En esta región se ha plantado y se sigue plantando sin realizar ninguna preparación del sitio. La mayor parte de los lugares de plantación son pastizales que muestran algún signo de sobrepastoreo, y generalmente se alcanzan niveles de prendimiento razonables. En el resto del mundo y las otras regiones forestales de la Argentina no se concibe realizar una plantación sin ejecutar una preparación del sitio, fundamentalmente para eliminar o disminuir la competencia de la vegetación competitiva. En su lugar de origen, en el oeste de Estados Unidos, la preparación del sitio puede incrementar hasta 7 veces el crecimiento de plantaciones de pino ponderosa (Powers *et al.* 1992). Si bien a priori el hecho de poder plantar sin preparar el sitio parecería ser una ventaja, podría no serlo tanto. Aunque en varios lugares se pueden alcanzar prendimientos aceptables, también es notable el bajo crecimiento alcanzado por los plantines durante los primeros años de vida, hasta que logra superar el efecto de competencia de la vegetación. Ensayos locales han demostrado que eliminando la vegetación competitiva los plantines alcanzan su crecimiento potencial mucho antes. Un estudio realizado con plantines a raíz desnuda de pino ponderosa instalados en el ecotono, demostró que el desmalezado mecánico previo a la plantación reduce el estrés hídrico y produce un aumento notable del crecimiento en diámetro y altura, que se mantiene por lo menos hasta los 7 años, incluso en sitios con baja cobertura vegetal (Letourneau y Andematten 2007). El control químico de las malezas también ha demostrado beneficios sobre la plantación, aplicando glifosato en un círculo de 1 m de diámetro alrededor del plantín cuando este es llevado a campo, ejemplares de pino ponderosa y oregón alcanzan mayor altura y diámetro a los diez años de realizada la plantación que el testigo (Davel *et al.* 2000). El efecto de la eliminación de la vegetación competitiva es mayor en los sitios secos y húmedos que en los mésicos. En el caso del pino oregón, en buenos sitios, la eliminación de la vegetación competitiva con herbicida produce un efecto aun mayor sobre el prendimiento y crecimiento de los plantines, 6 y 2 veces superior al testigo respectivamente (Davel *et al.* 2001). Estos resultados se registraron con plantas producidas a raíz desnuda. La utilización de plantines en bandejas tiende a acortar el período de estancamiento del crecimiento en altura que sufren los plantines cuando son llevados a campo. Esto aún no se ha cuantificado, como así tampoco el posible efecto positivo de la eliminación de la vegetación competitiva sobre el prendimiento y el crecimiento inicial de este tipo de plantines. Existe una variedad de opciones para eliminar la vegetación competitiva; las más comunes son los herbicidas, la eliminación mecánica y el fuego. La experiencia indica que bastaría con eliminar la vegetación competitiva una sola vez durante el primer año de vida de la plantación. Puesto en perspectiva, esto sería un esfuerzo mínimo si lo comparamos con las plantaciones del noreste de Argentina, donde generalmente es necesario realizar control de malezas durante los dos primeros años de la plantación y más de una vez al año, además de combatir las hormigas.

La decisión en cuanto a si vale la pena invertir en la preparación del sitio, dependerá de un análisis económico basado en los costos y beneficios propios de cada productor. Es posible que la preparación del sitio sea una situación análoga a la producción de plantines en bandejas en invernáculo. Durante muchos años la producción de plantines en ban-

deja se consideró una práctica demasiado sofisticada para la región, ya que se lograban prendimientos aceptables con plantas a raíz desnuda. Una prueba a escala comercial que demostró las ventajas de los plantines producidos en bandejas, determinó que rápidamente los viveros de la región se volcaran mayoritariamente a esta tecnología. Ensayos de distintas técnicas de preparación del sitio podrían producir un cambio de similar magnitud a favor de esta práctica.

PLANTACIÓN PROPIAMENTE DICHA

ÉPOCA DE PLANTACIÓN

La mejor época para plantar es aquella en la que el suelo está húmedo y no se halla congelado, y además la humedad ambiental es elevada y los índices de evaporación son mínimos (Chapman y Allan 1984, Escobar 2012). En el norte de la región andino patagónica, con clima mediterráneo, esto ocurre generalmente entre fines del otoño y comienzo de la primavera, o sea entre mayo y agosto, variando levemente de año a año y según la posición geográfica del sitio a forestar. Por ejemplo, en sitios ubicados a una baja elevación sobre el nivel del mar, es posible y deseable plantar durante el otoño y el invierno. Sin embargo en sitios elevados esto no es posible dado que comienza a helar y/o nevar tempranamente en el otoño, y por lo tanto lo más aconsejable es plantar a fin del invierno comienzo de la primavera, como por ejemplo en el área de Río Pico en Chubut.

En algunos lugares el ataque de liebres puede ocasionar importantes pérdidas. Esto se produce con mayor intensidad en el otoño, cuando la vegetación disponible para alimento es más escasa. En la primavera el resurgimiento de los pastos y hierbas disminuye el ataque sobre los plantines forestales (Cwielong y Rodríguez 1992). Como la plantación de primavera es más riesgosa por las condiciones ambientales, es conveniente restringir la misma sólo a los sitios con alta presencia de estos mamíferos, que generalmente se distribuyen de manera puntual. Existen varios tipos de liebrífugos pero el éxito de los mismos es variable y deben aplicarse varias veces dado que el agua de la lluvia disminuye su efecto paulatinamente. El período en el que existen las condiciones favorables para instalar los plantines en el campo se denomina “ventana de plantación”, y como hemos visto, esta varía entre distintos sitios.

TAREAS DE PLANTACIÓN

Procedimiento

Una plantación está bien realizada cuando se logra el espaciamiento buscado, las plantas están firmes y rectas y no se dejaron bolsas de aire en el espacio que ocupan las raíces. En el caso de las plantas a raíz desnuda se debe tener especial cuidado con que las raíces no queden dobladas y que el nivel del suelo cubra entre un 25 y un 50 % de la longitud del cuello. Los plantines producidos en bandeja deben enterrarse uno a dos centímetros por encima del sustrato que traen del vivero (Escobar 2012).

La cuadrilla de campo debe tener un capataz a cargo de la misma y personal que se encargue del abastecimiento de plantas para que la tarea de plantación no se detenga. Los operarios deben ser adecuadamente capacitados para realizar la plantación con las herramientas elegidas (Arrué y Escobar 1985). El capataz debe controlar de manera permanente la tarea del plantador, sobre todo al comienzo y fin de la jornada, cuando es más factible cometer errores (Escobar 2012). Una posible manera de realizar el control es la siguiente: si una planta está mal plantada se revisa la anterior, si esta también está mal se revisa la siguiente; si las tres están mal se le solicita al plantador rehacer la línea. En el caso de que además del capataz haya jefes de cuadrilla, este controlará a los jefes por lo menos una vez al día. En nuestra región las plantas se suelen alinear mediante el uso de jalones (Figura 11).

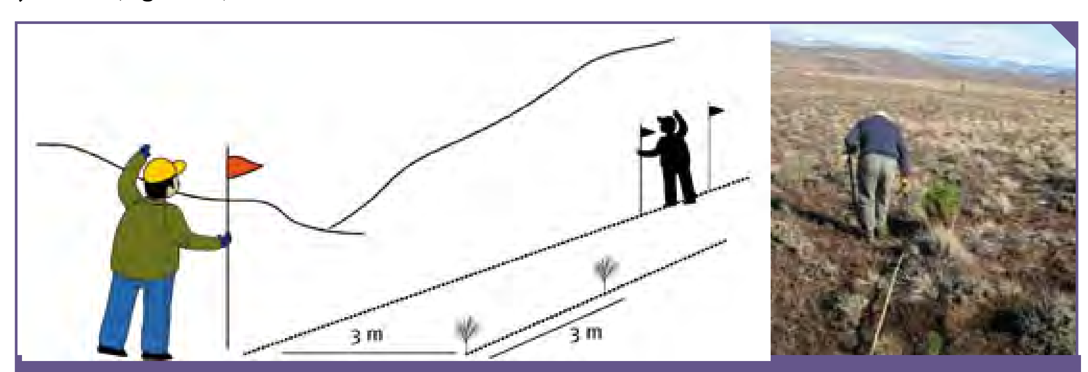


Figura 11. Esquema de la alineación con jalones (izquierda) (tomado de Davel *et al.* 2003) y uso de una caña para mantener constante el distanciamiento entre las plantas dentro de la línea (derecha).

Herramientas de plantación

Para tener éxito con la plantación es de fundamental importancia elegir la herramienta apropiada para el tipo de suelo y de plantín a instalar. En nuestra región tradicionalmente se ha utilizado la pala y en menor medida la barra plantadora, el sacabocado y el azahacha. Con el reciente advenimiento de la producción de plantines en bandeja, se presenta el desafío de ir encontrando la herramienta que mejor se adapte a los distintos sitios (Figura 12). A continuación se hace una breve descripción de las herramientas más comunes y de su forma de utilización.

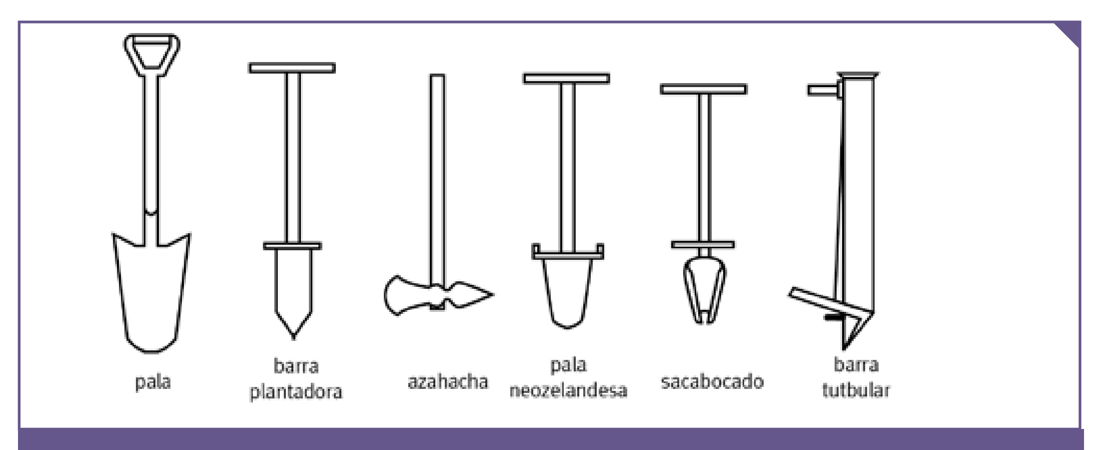


Figura 12. Herramientas de plantación más comunes (tomado y ampliado de Davel y Tejera 2008).

Pala

La pala se adapta a diferentes tamaños de plantas y en general a todo tipo de suelos, presentando inconvenientes sólo en los muy pedregosos. La plantación con pala realizando hoyos tiene la ventaja de proporcionar al plantín un suelo desmenuzado y, por consiguiente, con una buena aireación y circulación de agua. Esto determina que en general brinde buenos resultados, pero demanda más tiempo y esfuerzo que las herramientas que funcionan haciendo "tajos" en el suelo, como es el caso de la barra plantadora, el azahacha y la pala neozelandesa, o con el sacabocado o la barra tubular. La pala se puede usar individualmente, o trabajando en pareja, donde una persona realiza los hoyos y la otra se encarga de colocar el plantín. Una vez realizado el hoyo la plantación debe realizarse inmediatamente, dado que a medida que pasa el tiempo el interior del mismo se irá secando. Cuando se cava el hoyo, la tierra extraída debe colocarse al lado para facilitar el rellenado. Este se realiza manteniendo la planta en el centro, sosteniéndola con una mano y cuidando de que las raíces queden extendidas y bien repartidas, mientras con la otra mano se coloca la tierra previamente desmenuzada. Una vez que el sistema radicular está cubierto, y sin soltar la planta para evitar que se doblen las raíces, se compacta la tierra con el pie (Figura 13). Trabajando de esta manera, en la Patagonia Andina un operario planta entre 900 a 2000 plantas a raíz desnuda por día, dependiendo del tipo de suelo, la vegetación, la pendiente y el tamaño de las plantas utilizadas (Tineo 1995, Davel y Tejera 1999).



Figura 13. Esquema de la plantación con pala. En el ejemplo el trabajo se realiza en pareja, pero este también puede hacerse de manera individual (tomado de Davel *et al.* 2003).

Barra plantadora

Esta herramienta, construida totalmente en metal, es adecuada para suelos sueltos o de texturas medias. En suelos pesados, con alto contenido de arcilla, no es conveniente su uso debido a que las raíces tienden a quedar comprimidas en un plano, lo que dificulta su desarrollo (Martínez 1990). Esta herramienta se utiliza de forma individual. El plantador realiza una incisión en el suelo introduciendo el filo completo de la herramienta y poste-

riormente inclina hacia sí, a fin de ensanchar la incisión realizada. A continuación coloca la planta en el hueco realizado evitando que las raíces queden dobladas. Luego hace una segunda incisión, paralela a la primera y a aproximadamente 10 cm de ésta, e inclina la barra hacia sí con el fin de comprimir la tierra en la zona radicular de la planta y luego inclina la barra hacia la planta para comprimir la tierra en la parte superior de la misma. Por último hace una tercera incisión para cerrar la segunda, ya que un hueco favorecería el desecamiento del suelo en el ámbito de la raíz (Figura 14). En la Ea. Leleque, Chubut, se ha utilizado la barra plantadora para plantines a raíz desnuda con buenos resultados con un rendimiento de aproximadamente 700 a 1000 plantas por día y por pareja de plantadores, donde una persona hace la incisión en el suelo y la otra coloca la planta (P. Rago com. pers. 1994). En lugares planos con escasa vegetación se han registrado rendimientos de hasta 800 y 1000 plantas por día por plantador (Davel y Tejera 1999).



Figura 14. Esquema del uso recomendado para plantar con barra plantadora (tomado de Davel *et al.* 1999).

Azahacha

Esta herramienta consta de una parte metálica y un mango de madera; la parte metálica tiene un hacha unida a una azada orientadas en sentidos opuestos. Es adecuada para lugares con poca vegetación y suelos de texturas medias. No es aconsejable su uso en suelos pesados, debido a que las raíces tienden a quedar comprimidas como en el caso de la barra plantadora, ni en suelos muy sueltos. Al igual que la barra plantadora, se utiliza individualmente. Con el hacha se realiza un corte en el suelo en el sentido de avance de la línea de plantación. Posteriormente, con la azada se realiza un segundo corte perpendicular al primero y que debe coincidir con el extremo del mismo formando una “L”. Por último, el plantador, sin soltar la herramienta, empuja la misma hacia el costado con el muslo de su pierna a fin de levantar un terrón de tierra y producir una abertura por donde introduce la planta. Una vez colocada la planta se extrae el azahacha y, sin soltar el plantín, se apisona la tierra con el pie (Figura 15). En la región, en suelos planos con textura franca y escasa vegetación se obtienen rendimientos de 900 a 1200 plantas por día y por persona (Davel y Tejera 1999). Si bien esta herramienta es la que permite alcanzar los mayores rendimientos, requiere un mayor entrenamiento de los plantadores para lograr una buena plantación, y además solo se puede usar con plantas cuya raíz no supere el largo del hacha de unos 20 cm.

La pala, la barra plantadora y el azahacha se comportan de manera distinta según el tipo de plantín. En el caso de plantines 1+1 las tres herramientas producen prendimientos y crecimientos aceptables, aunque los mayores valores se alcanzan con la pala. En el caso de plantas más grandes (1+2), los resultados de la barra plantadora igualan a los de la pala (Davel *et al.* 1995, Davel y Tejera 1999). Si bien el azahacha no brinda tan buenos cre-



Figura 15. Esquema del uso recomendado para plantar con azahacha (tomado de Davel *et al.* 1999).

cimientos, no se debe descartar su uso para plantas a raíz desnuda de pequeño tamaño. Los principales defectos encontrados al analizar plantines instalados con la barra plantadora y el azahacha son raíces dobladas hacia arriba en forma de "U" y "J" respectivamente (Davel *et al.* 1995). Estos defectos son producidos por el mal uso de las herramientas y la instalación de plantines demasiado grandes con el azahacha (Davel *et al.* 1995). En plantines instalados con pala no se han detectado raíces dobladas.

Pala neozelandesa

Esta herramienta, a pesar de ser una de las más ampliamente utilizadas para la plantación de coníferas en Chile y otros países del mundo, en nuestra región no se ha popularizado. Sin embargo se incluye en el manual, dado que por su versatilidad y precio conveniente podría ser una opción a tener en cuenta en el futuro, sobre todo con plantines a raíz desnuda.

Sacabocado

Esta herramienta se utiliza para plantines producidos en bandejas. Es totalmente metálica, y consiste en un mango hueco que en la base del mismo posee un tubo que al introducirlo en el suelo deja un hoyo donde entra perfectamente el sustrato del plantín. El tubo posee un travesaño en su parte superior donde el operario apoya su pie para enterrarlo hasta la profundidad deseada (Figura 16). Con esta herramienta un operario puede plantar entre 750 y 850 plantas por día. Para transportar los plantines en bandeja dentro

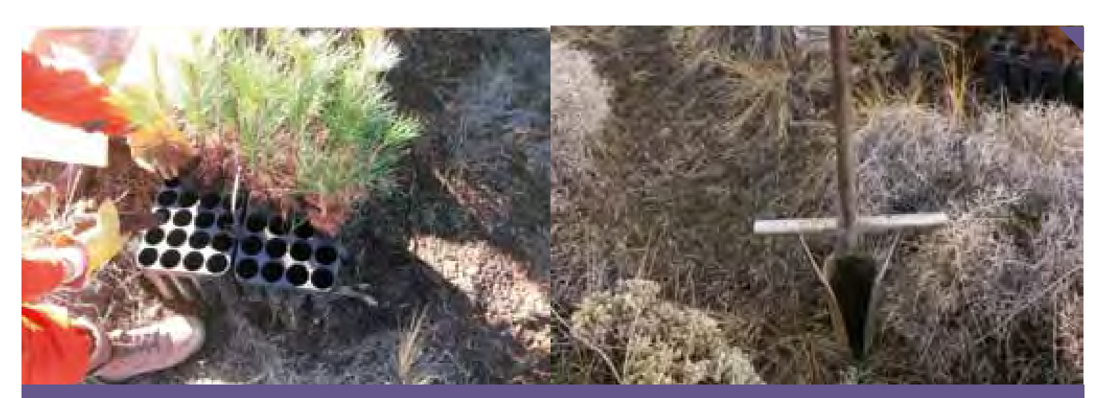


Figura 16. Bandejas unidas entre sí y con una manija en el medio para transportar los plantines dentro del predio (izquierda), y sacabocado utilizado para su plantación por CORFONE SA con pinos y especies nativas producidas en envases en Neuquén.

del predio, los plantadores de CORFONE SA utilizan un arnés metálico que soporta dos bandejas que están unidas entre sí, y presentan una manija en el medio de ellas (Figura 16). Las plantas son extraídas de las cajas donde se transportan desde el vivero hasta el campo y se colocan una a una en las bandejas de plantación. De esta manera se evita la pérdida de sustrato que se produce cuando se transportan las plantas sueltas dentro de morrales, como se solía hacer antes de implementar este sistema.

Barra tubular

Esta herramienta es prometedora en cuanto a que permite acelerar el proceso de plantación. Se utiliza para plantines producidos en envase. Consiste en un tubo de un diámetro superior al del envase de los plantines utilizados, cuyo extremo inferior es cónico y se abre para separar la tierra. La punta del tubo se clava en el suelo y se aprieta el pedal creando un espacio. Inmediatamente después se introduce el plantín desde arriba, y una vez que este llega al suelo se retira la herramienta y se apisona el plantín con el pie. Por último, accionado una manija ubicada en la parte superior de la herramienta, se cierra el extremo inferior del tubo. En nuestra región, por el momento su utilización es reducida. En Chubut se lo suele denominar Pottiputki, por ser este el nombre comercial de la primera barra tubular que se conoció.

Densidad de plantación

Esta depende básicamente del número de plantas que se desee tener en el momento de realizar el primer raleo comercial. A este número de individuos hay que sumarle un número de plantines en función del prendimiento, calidad y homogeneidad de los mismos. Estos factores varían con el tipo de plantín y la calidad de sitio, por lo tanto se deben determinar para cada plantación en particular. En la región, en el caso de las coníferas exóticas, tradicionalmente se suelen plantar 1111 individuos por hectárea, equivalentes a un distanciamiento de 3 m x 3 m. La producción de plantines en bandejas en invernáculos, en líneas generales ha permitido mejorar la calidad y homogeneidad de los mismos. Esto podría determinar que se pueda ir reduciendo el número de plantas a instalar. Por el momento la densidad de plantación es uno de los temas más debatidos por los investigadores, funcionarios y prestadores de servicios. De hecho los aportes no reintegrables disponibles de parte del Gobierno nacional y los Gobiernos provinciales permiten realizar plantaciones con menos de 1111 plantines, y el monto a otorgar es proporcional a la densidad establecida. Esta circunstancia no ha acallado el debate sobre cuál es la densidad más recomendable que se sigue produciendo hasta el presente.

DAÑOS PRODUCIDOS POR MAMÍFEROS

DAÑOS

La liebre europea (*Lepus europaeus*) y el conejo silvestre europeo (*Oryctolagus cuniculus*) causan importantes pérdidas en algunas plantaciones forestales de la región. El conejo

habita fundamentalmente zonas boscosas abiertas y el ecotono bosque-estepa, mientras que la liebre, además de estos dos ambientes, se encuentra en las estepas graminosas. Ambas especies prefieren la vegetación de los mallines pero en época de escasez ramonean arbustos y árboles (Bonino y Pelliza 2001). Son muy prolíficos, teniendo entre dos y cinco pariciones por año, con un promedio de entre dos (liebre) y cinco (conejo) crías por parición (Bonino y Montenegro 1997, Bonino y Donadio 2002). Ambas especies son consideradas plagas, tanto a nivel nacional como provincial.

El principal tipo de daño que liebres y conejos infligen a las coníferas es el corte de la yema apical y, en menor medida, el ramoneo de las acículas. Es fácil de reconocer cuando un corte es realizado por liebres o conejos ya que es un corte oblicuo o en bisel (Figura. 17). Es frecuente observar al pie de la planta el extremo de la yema apical cortada, lo cual lleva a creer que los animales cortan la yema simplemente por una cuestión de comportamiento. Sin embargo, esto se debería que el extremo apical de las yemas contienen un alto porcentaje de hormonas del crecimiento que las haría no palatables (Figura 17). El corte de la yema apical no necesariamente produce la muerte de la planta, pero puede determinar que esta se bifurque, disminuyendo drásticamente su valor comercial (Figura 18).

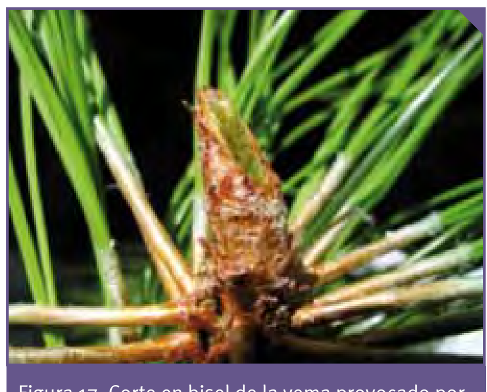


Figura 17. Corte en bisel de la yema provocado por liebres y conejos.



Figura 18. Planta ramificada debido al ramoneo de la yema apical.

Las plantaciones sufren los mayores daños durante los primeros 2-3 años de implantación, es decir, hasta que la planta alcance unos 50-60 cm de altura y las yemas queden fuera del alcance de los animales. Donde se produce importante acumulación de nieve, los animales pueden llegar a tener acceso a la yema apical durante la permanencia de la misma. Liebres y conejos prefieren los pastos tiernos de los mallines, por ese motivo en las plantaciones forestales los máximos niveles de ataque se producen durante la época invernal, debido a la escasez de los mismos. Los daños tienden a concentrarse en ciertos sectores. En cuanto al porcentaje de los mismos, en algunas plantaciones de los Departamentos Huiliches y Lácar en Neuquén, se registró hasta un 68 % de daño en yemas apicales durante el primer año de implantación (Gader 1986). En encuestas y relevamientos realizados en 43 plantaciones de la zona andina de Río Negro y Neuquén, el 83 % de las mismas experimentó daños por liebres en el primer año de implantación; el porcentaje de daño varió entre 28 y 73% de las plantas. La especie más atacada suele ser el pino ponderosa, y en menor grado, los pinos oregón y contorta. El daño estaba concentrado en la yema apical en el 88% de los casos (Bonino 1994).

CONTROL

Los métodos de control más utilizados son los siguientes:

- Cebos tóxicos: en nuestro país no existen productos tóxicos registrados para el control de liebres o conejos.

- Control biológico: consiste en utilizar organismos vivos tales como depredadores, parásitos, virus, etc. En Argentina se ha utilizado el virus de la mixomatosis y a pesar de que actualmente no está permitido, se lo sigue aplicando en algunos lugares.

- Caza o trampeo: la caza generalmente se realiza con armas de fuego (carabina o escopeta) y el trampeo con lazos corredizos denominados comúnmente guaches. Ambos métodos tienen el inconveniente de requerir muchas horas-hombre.

- Alambrado: Se suele utilizar una malla metálica o plástica cuyos huecos no superen los 5 cm de lado, colocada sobre el alambrado tradicional. Es un método eficaz pero de alto costo. La malla suele enterrarse unos 20 cm en el suelo para evitar que se levante y permita la entrada de los animales. Es fundamental realizar un buen mantenimiento para garantizar su efectividad.

- Alambrado eléctrico: Por el momento los alambrados construidos específicamente para liebres y conejos no se utilizan en nuestro país. Se pueden armar con los materiales disponibles para ganado vacuno y ovino utilizando 5 hilos conductores con un espacio de 10 cm entre sí, ubicando las varillas cada 5 m (Figura 19).



Figura 19. Distancia recomendada entre hilos y varillas para la construcción de un alambrado eléctrico a prueba de liebres y conejos.

- Protectores individuales: se suelen utilizar mallas, tales como el alambre o plástico tejido (Figura 20), y la chapa rezago de la fabricación de tapas corona (Figura 21). Si bien los protectores individuales tienen un costo elevado, los mismos pueden ser reutilizados en otras forestaciones.



Figura 20. Protección con red plástica.



Figura 21. Protección con chapa rezago.

- Repelentes: son sustancias con un olor o sabor que repele a los animales. Se utilizan preparados caseros, tales como aceite quemado de automotores, hígado picado en cal viva, sangre, grasa animal, etc., y también productos comerciales. La eficacia de los mismos depende de su persistencia Los repelentes comerciales son generalmente más efectivos que los preparados caseros. En la actualidad existen dos productos comerciales denominados Unum y Machitum. Una manera de disminuir los costos es aplicar el repelente sobre el atado de plantas antes de su implantación.

BIBLIOGRAFÍA

Andenmatten E. 1993. Producción de plantines de coníferas. En Actas: II Reunión de Viveros forestales de la Patagonia. Esquel, Chubut. P 1-14.

Andenmatten E. y F. Letourneau. 1997a. Curvas de índice de sitio para *Pinus ponderosa* (Dougl.) Law de aplicación en la región Andino Patagónica de Chubut y Río Negro, Argentina. Bosque 18(2):13-18.

Andenmatten E. y F. Letourneau. 1997b. Funciones de intercepción de crecimiento para predicción de índice de sitio en pino ponderosa de aplicación en la región andino Patagónica de Río Negro y Chubut. Quebracho 5:5-9.

Aparicio A., Martínez Meier A., Mondino V., Basil G. y T. Schinelli Casares. 2014. Programa de mejoramiento genético de pino ponderosa, avances y perspectivas. Programa de mejoramiento genético depino ponderosa. Avances y perspectivas. Revista Presencia. Año XXV. Nº 61. P 5-9.

Arrué E. y R. Escobar. 1985. Comportamiento de distintas herramientas de plantación en suelos de diferentes texturas de la VIII Región. I Simposio Investigación *Pinus radiata* en Chile. Vol.1(198-206). Universidad Austral de Chile.

Bonino N. 1994. Caracterización del daño ocasionado por liebres y conejos en plantaciones forestales. INTA EEA Bariloche, Informe Plan de Trabajo N° 1182. 7 p.

Bonino N. y E. Donadio. 2002. Aspectos de la reproducción del conejo silvestre europeo (*Oryctolagus cuniculus*) en la región cordillerana de Neuquén. Pp. 58. En: Libro de Resúmenes XVII Reunión SAREM, Mar del Plata.

Bonino N. y A. Pelliza. 2001. Comparación del nicho trófico de dos lagomorfos simpátricos (*Lepus europaeus* y *Oryctolagus cuniculus*) en la región precordillerana del Neuquén, Argentina. INTA EEA Bariloche, Comunicación Técnica RRNN Nº 118:1-4.

Bonino N. y A. Montenegro. 1997. Reproduction of the European hare in Patagonia, Argentina. Acta Theriologica 42:47-54.

Burdett A.N., Herring, L.J., y C.F. Thompson. 1984. Early growth of planted spruce. Can. J. For. Res. 14:644-651.

Broquen P., Girardin J., y M. Frugoni. 1991. Influencia de los factores ecológicos sobre el crecimiento del *Pinus ponderosa* y del *Pseudotsuga menziesii*. Actas del XIII Congreso Argentino de las Cs. Del Suelo. S.C. de Bariloche, Argentina.

Chapman G.W. y T.G. Allan. 1984. Técnicas de establecimiento de plantaciones forestales. Dirección de Recursos Forestales, Departamento de Montes. Estudio FAO Montes 8: 57-83.

Colmet daage F. 1989. Zonificación del potencial forestal de la región Andino Patagónica. INTA - ORSTOM. Buenos Aires. Argentina.

Colmet daage F., Lanciotti M. y A. Marcolin. 1995. Importancia Forestal de los suelos volcánicos de la Patagonia Norte y Central. Climo-topo-secuencias de suelos y vegetación. ORSTOM (Francia) - INTA Bariloche (Argentina). 27 p.

CONAF 2009. http://conaf-magallanes.blogspot.com/2009_09_01_archive.html. 25 de abril, 2011.

Contardi L. 1999. Informe interno Proyecto PIA 04/96 Evaluación de la calidad de los plantines de pino ponderosa en los viveros andino patagónicos. 49 p. Esquel, Chubut.

Contardi L. y J. Bava. 2005. Plantines de pino ponderosa producidos en Patagonia: caracterización a través de Índices morfológicos. En Actas: 3er.Congreso Forestal Argentino y Latinoamericano. Corrientes, Argentina. Actas en CD.

Contardi L. y H. Gonda. 2012. La producción de plantines forestales en el mundo y en la Patagonia andina. En: Producción de plantas en vivero forestales. p. 13-24. Contardi L. y H. Gonda editores. CFI-CIEFAP-UNPSJB. Buenos Aires. 191 p.

Contardi L. y C. Vera. 2006. Diagnostico del estado productivo de los viveros forestales y fuentes de semillas de la Provincia del Chubut. Informe Técnico Interno CIEFAP. Esquel. 31 p.

Cwielong P. y N. Rodriguez. 1992. Protección de plantaciones contra ataque de liebres. Informe preliminar. Publicación Técnica Nº 7. CIEFAP. 34 p.

Davel M.M. y A. Ortega 2003a. Productividad por zonas de crecimiento para pino oregón (*Pseudotsuga menziesii* (Mirb.) Franco) en la Patagonia Andina Argentina". Inves.Agr.: Sist. Recur. For. Vol. 12 (3): 33-45. España.

Davel M.M. y A. Ortega 2003b. Estimación del índice de sitio para pino oregón a partir de variables ambientales en la Patagonia Andina Argentina. Bosque Vol. 24 (1): 55-69. Valdivia, Chile.

Davel M., Contardi L. y M.F. Urretavizcaya. 2003. Curso para plantadores forestales. Cartilla informativa. CIEFAP-Neuquén. 12 p.

Davel M., Contardi L. y M.F. Urretavizcaya. 1999. Curso para plantadores forestales. Cartilla informativa. CIEFAP-MAGyP-Chubut. 10 p.

Davel M. y L. Tejera. 1999. Ensayo de tipos de planta y herramientas de plantación para pino ponderosa. Resultados tras cuatro años de evaluación. CIEFAP – INTA. Inédito.

Davel M. y L. Tejera. 2008. Plantación. P 17-26. En: Establecimiento y manejo del pino oregón en Patagonia. Manual 9. CIEFAP. 148 p.

Davel M., Tejera L. y J. Guasp. 1995. Estudio de eficiencia de herramientas de plantación para pino ponderosa en distintos sitios de la Provincia del Chubut. En Actas: IV Jornadas Forestales Patagónicas, S.M. de los Andes. Tomo I: 253-265.

Davel M., Tejera L., Honorato M., y E. Sepúlveda. 2000. Ensayos de establecimiento de plantaciones: control de malezas, tipos de plantas y fertilizantes en plantaciones de pino oregon y pino ponderosa. Informe final. Proyecto de Investigación Aplicada (PIA) financiado por la SAGPyA, el CIEFAP y el INTA. Esquel, Pcia. del Chubut. Argentina.

Davel M., Tejera L., Honorato M., y E. Sepúlveda. 2001. Plantación de pino oregón y pino ponderosa. Tipos de planta, control de malezas y aplicación de fertilizantes. Ficha técnica. Patagonia Forestal, CIEFAP. Año VII, Nº2. 7-10p. Esquel, Argentina.

de Errasti D. y L. Contardi. 2009. Producción de ciprés de la cordillera, ¿Es posible el cultivo orgánico de ciprés de la cordillera en bandejas? En: Revista Patagonia Forestal, Año XV, Nº2: 5-8.

Deyoe D. 1986. Guidlines for Handling seeds and seedlings to ensure vigorous stock. Special Publication 13. College of Forestry, Oregon State University. 9-24.

Enricci J., Alday G. y D.S. Massone. 2001. Producción de plantines en contenedores. En Actas: VI Jornadas Técnicas de Viveristas forestales de la Patagonia. Esquel, Chubut. 12 p.

Enricci J. A. y H.E. Gonda. 2010. Ensayo de especies y orígenes de coníferas del N.O. de USA: *Abies concolor* (Gord and Glend.) Lindl., *Abies grandis* (Dougl) Lindl., *Larix occidentalis* Nutt., *Pinus jeffreyi* Grev. & Balf., *Pinus lambertiana* Dougl y *Pinus monticola* Doug. (4ta. Etapa). Informe para Secretaría de Ciencia y Técnica. UNPSJB. 27 p.

Enricci J.A. y D.S. Massone. 2003. Producción de plantines plug+0 de *Austrocedrus chilensis* en Patagonia Argentina. http://www.fao.org/DOCREP/ARTICLE/WFC/XII/0241-B3.HTM

Escobar R. 2012. Extracción y manejo de poscosecha. p. 169-184. En: Producción de plantas en vivero forestales. Contardi L. y H. Gonda editores. CFI-CIEFAP-UNPSJB. Buenos Aires. 191 p.

FAO. 2010. Global forest resources assessment 2010, main report. FAO forestry paper 163. Roma. ISBN 978-92-5-106654-6.

Fariña M. 2000. Producción de plantas en bandejas, una experiencia en Huinganco. Seminario técnico en Campo Forestal Gral. San Martín del INTA, Las Golondrinas, Chubut. 6 p.

Fernández J. C. 2001. Variables ambientales indicadoras de la calidad de sitio en plantaciones de pino ponderosa en Neuquén. Práctica laboral Asentamiento Universitario de San martín de los Andes. Universidad Nacional del Comahue. 29 p.

Ferrer J., Irisarri J., y J. Mendia. 1990. Estudio regional de suelos de la Pcia. del Neuquén. Volumen 5. Tomo I. Consejo Federal de Inversiones. Buenos Aires. Argentina.

Gader R. 1986. Incidencia de vertebrados en las forestaciones de coníferas del sur de Neuquén. Centro de Ecología Aplicada del Neuquén (CEAN), Informe Técnico. 11 p.

Girardin J. y P. Broquen. 1995. El crecimiento del *Pinus ponderosa* y del *Pseudotsuga menziesii* en diferentes condiciones de sitio. En Manejo Nutritivo de plantaciones forestales. IUFRO. Valdivia. Chile. 109-123.

Godoy M.M., Defossé G.E, y M Thren. 2007. Especies forestales promisorias para la diversificación de forestaciones en la Patagonia Argentina. Bosque 28(1): 25-32.

Godoy M.M. y B.C. Van den Heede. 2011. Especies de maderas valiosas para diversificar forestaciones y otros sistemas productivos agropecuarios en la provincia de Río Negro. PFIP – CIEFAP Informe final.

Godoy M.M. y B.C. Van den Heede. 2012. Especies de maderas valiosas para diversificar forestaciones en Patagonia. CIEFAP. Folleto de divulgación nº 29.

Gonda H.E y J. Enricci. 2010. Comportamiento de especies y orígenes del género Pinus de España en la provincia del Chubut. Informe para Secretaría de Ciencia y Técnica. UNPSJB. 37 p.

Gonda H.E., Tesch S.D., Marshall D. D. y G.O. Cortés. 1998. A growth intercept index for unthinned young-growth ponderosa pine plantations in Neuquén, Patagonia, Argentina. 83-119. In Height-diameter and volume equations, growth intercept and needle length site quality indicators, and yield equations for young ponderosa pine plantations in Neuquén, Patagonia, Argentina. Ph.D. thesis, College of Forestry, Forest Resources Department, Oregon State University, USA. 198 p.

Haase DL. 2011. Seedling root targets. In: Riley LE, Haase DL, Pinto JR, technical coordinators. National Proceedings: Forest and Conservation Nursery Associations—2010. Proc. RMRS-P-65. Fort Collins, CO: USDA Forest Service, Rocky Mountain Research Station: 80-82. Available at: http://www.fs.fed.us/rm/pubs/rmrs_p065.html

Irisarri J. y J. Mendía. 1997. Relaciones suelo-paisaje en la evaluación de la potencialidad forestal de la región central andino – patagónica, Argentina. Bosque 18: 21 – 30.

Irisarri J. y J. Mendia. 1991. Reconocimiento de suelos y evaluación de la aptitud forestal de la región precordillerana de la Provincia de Río Negro. Consejo Federal de Inversiones - Universidad Nacional del Comahue, Fac. de Cs. Agrarias. 61 p.

Irisarri J., Mendía J., Roca C., Buduba C., Valenzuela F., Epele F., Fraseto F., Ostertag G., Bobadilla S. y E. Andenmatten. 1995. Zonificación de las tierras para la forestación. CFI - Provincia del Chubut. Dirección General de Bosques y Parques de la Provincia del Chubut. Formato digital.

Lebed O. 1993. Reproducción de plantas nativas. Vivero Forestal Mallin Ahogado, Dir.de Bosques. Min.de Recursos Naturales. 22 p.

Letourneau F.J. y E. Andenmatten. 2007. Crecimiento de pino ponderosa en el corto y mediano plazo, en respuesta a la remoción de la vegetación en el sitio de plantación. P. 317. En: Ecoforestar 2007. Primera reunión sobre forestación en la Patagonia. Editores H. Gonda, M. Davel., G. Loguercio, y O. Picco. CIEFAP. 465 p.

Loguercio G.A., Buduba C., Oyharçabal E., Gonda H., Mohr Bell D. y N. Hansen. 2015a. Productividad forestal y bases para el desarrollo de sistemas silvopastoriles con pino ponderosa al sur de la provincia de Chubut. PIA 10093. BIRF 7520 AR. Informe Final (inédito).

Loguercio G. A., La Manna L., Gonda H., Heitzmman L., y C. Frugoni 2015b. Herramientas para zonificar la calidad de sitio de pino ponderosa y sitios especiales para especies forestales de alto valor maderable en Neuquén. PIA 10092. BIRF 7520 AR. En ejecución (inédito).

Loguercio G. A., Lencinas J. D., Buduba . y J. Irisarri. 2009. Evaluación de la calidad de sitio para planificar forestaciones de pino ponderosa en Chubut. En Actas de 1º Reunión sobre Planificación y Legislación Forestal de la Patagonia. Esquel. Chubut. 22-23 de abril.

Martinez O. 1990. Plantación Forestal. Publicación docente Nº 32. Universidad Austral de Chile, Facultad de Cs. Forestales, Valdivia. 51 p.

Massone D.S. 2002. Influencia de diferentes regímenes de fertiriego sobre el desarrollo de plántulas de roble pellin cultivadas bajo cubierta. Seminario para optar al título de Ingeniero Forestal. Depto. Ing. Forestal, Fac. de Ingeniería, Universidad Nacional de la Patagonia San Juan Bosco Sede Esquel. 22 p. http://www.bibliotecaforestal.com.ar/Silvicultura/Silvicultura_7.pdf

Mendia J. e J. Irisarri. 1986. Relevamiento de suelos con aptitud forestal en la región occidental de la Provincia. de Río Negro. Consejo Federal de Inversiones - Universidad Nacional del Comahue, Fac. de Cs.Agrarias. 113 p.

Nuñez E. 1993. Efecto del tiempo y medios de estratificación en la germinación en vivero de semillas de lenga (*Nothofagus pumilio*). En Actas: II Reunión de Viveros forestales de la Patagonia. Esquel, Chubut. 11 p.

Owston P., Walters G., y R. Molina. 1992. Selection of planting stock, inoculation with mycorrhizal fungi, and use of direct seeding.. En: Hobbs, S., Tesch, S., Owston, P. Stewart, R., Tappeiner,J y Wells, G. (Edit.). Reforestation Practices in southwestern Oregon and Northern California. Corvallis, Oregon. p 310- 327.

Parodi M, Paredes D., Ojeda D. y F, Jaras. 2013. Restauración de bosques de lenga afectados por indendios forestales en Tierra del Fuego - año 1. P 63. En II Jornadas forestales de Patagonia sur, 2º congreso internacional agroforestal paagónico. 129 p.

Peñaloza R. 1996. Establecimiento de Plantaciones. Curso Internacional de la O.E.A. Universidad Austral de Chile, Facultad de Cs. Forestales, Valdivia. 136 p.

Picco O. 1993. Ensayo de alginato por retención de humedad. En Actas: II Reunión de Viveros Forestales de la Patagonia. Centro de Investigaciones Forestales, Universidad Nacional de la Patagonia, Esquel. 84-92.

Powers R.F. Ferrell G.T., y T.W. Koerber. 1992. The garden of Eden experiment: four year growth of ponderosa pine plantations. Habitat Fiber Society: Balance or bias?. In Proceedings Annual Forest Vegetation Management Conference. Eureka C.A.

Schinelli T. y A. Martínez. 2010. Viverización de especies nativas de nuestra región: los Nothofagus caducifolios. Parte 2: Viverización en condiciones controladas. Revista Presencia Nº 55: 26- 30.

Smith D.M., Larson B.C., Kelty M.J., y P.M.S. Ashton. 1997. The practice of silviculture: applied forest ecology. John Wiley & Sons. 537 p.

Tejera, L., Mondino, V. y T. Schinelli. 2008. Producción de plantas de lenga en contenedor. Revista Patagonia Forestal, Año XIV, Nº 3: 7-9.

Tineo F.R. 1995. Plantaciones de Pino ponderosa en el oeste de Chubut. Práctica Laboral de la Carrera de Técnico Forestal, Universidad Nacional del Comahue. CIEFAP, Esquel. 54 p.

LOS TRATAMIENTOS SILVÍCOLAS

AUTORES: Miguel Davel, Gonzalo Caballé, Héctor Gonda, Luis Chauchard, Renato Sbrancia

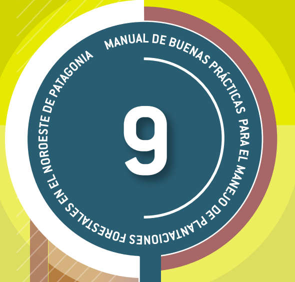
Revisores: Federico Letourneau, Sara Castañeda

9

TRATAMIENTOS SILVÍCOLAS

Cómo se cita este capítulo:

Davel M., G. Caballé, H. Gonda, L. Chauchard, R. Sbrancia, L. Bulgarelli. 2015. Los tratamientos silvícolas. Manual de Buenas Prácticas para el manejo de plantaciones forestales en el noroeste de la Patagonia. Editores: L. Chauchard, M.C. Frugoni, C. Nowak. Editorial Buenos Aires Cap. 9. p: 191-243



INTRODUCCIÓN

El manejo de las plantaciones implica la planificación, en el espacio y en el tiempo, de todos los tratamientos silviculturales o labores que se realizan en el bosque, para cumplir con un objetivo determinado. En la Patagonia andina las plantaciones son relativamente jóvenes, ya que recién durante los últimos años una superficie importante de las mismas llega a un tamaño que permite realizar raleos comerciales. Al igual que en la mayoría de las regiones del país y del mundo, donde la instalación de forestaciones industriales es algo nuevo, ajeno a la cultura productiva del lugar, las primeras intervenciones suelen atrasarse y no se realizan de la mejor manera. Esto determina que parte de la madera a producir no tenga la calidad deseada por no haberse realizado las podas y raleos oportunamente. La falta o atraso de la poda y el raleo también incrementa el riesgo de pérdida de la plantación por acción del fuego, plagas y enfermedades. Dado que los costos de producción son más altos que en el norte del país y que los centros de consumo se encuentran distantes de las plantaciones, existe consenso regional en cuanto a tratar de producir materia prima del mayor valor posible. Ello ha provocado un significativo incremento en la proporción de la superficie podada y raleada en los últimos diez años. Inclusive está dejando de ser inusual ver plantaciones establecidas y manejadas a través del tiempo para producir madera de calidad.

Cuando se define como destino de una plantación producir madera limpia o libre de nudos (ML), el manejo de la misma debe ser realizado correctamente desde sus primeras etapas, a fin de cumplir con ese objetivo de la manera más eficiente. Dentro de las actividades de manejo, la poda es la operación que más se relaciona con la obtención de madera de alta calidad y con alto valor de comercialización. Sin embargo, su aplicación sólo se justifica, para este fin, si logra cumplir con el objetivo principal de mejorar la rentabilidad del propietario. La producción de madera de alta calidad, a través de la poda, rara vez resultará eficiente, si no está asociada a los raleos.

Desde el punto de vista del Estado y sus planes de incentivo, además de lograr el manejo adecuado de las plantaciones, una de las metas principales es la mejora en los niveles de trabajo, considerando cuestiones sociales. En algunos casos podría ocurrir que este objetivo sea el que alcance mayor importancia. Aquí aparece como fundamental el rol del técnico que debe optimizar el régimen de manejo que permita cumplir con los objetivos silvícolas, económicos y sociales.

Indirectamente, el manejo apropiado del bosque también favorece a la conservación de la biodiversidad local (Rusch *et al.* 2007, Lantschner y Rusch 2007). Una plantación sin manejo, que alcanza una alta densidad, donde la escasez de luz no permite que prospere vegetación alguna en el sotobosque, también afectará la presencia de otros organismos, por lo tanto, la fauna será también muy limitada. Mediante la ejecución de podas y raleos en el momento oportuno y desde edades tempranas, es posible mantener debajo del dosel, una proporción de vegetación nativa que mantenga la resiliencia del sistema (CIEFAP - FUNDFAEP 2015, Chauchard *et al.* 2014).

PODA

La poda es una actividad silvícola que se aplica a edades tempranas de las plantaciones y tiene la finalidad de aumentar el valor comercial de la producción. Existen tres tipos de poda: poda de formación, monda o desbrote y poda del fuste.

Poda de formación: tiene por finalidad la formación de fustes rectos y sin horquillas y consiste en eliminar las ramas que compiten con el eje principal. Esta práctica se realiza durante los primeros años y es de suma importancia en aquellas especies con escasa dominancia apical. No es común su aplicación en pinos, sí en especies *Latifolia*das.

Monda o desbrote: es la operación destinada a remover los brotes epicórmicos o chupones, que puedan desarrollarse sobre el tronco después de la poda y que provienen de yemas durmientes. Estos brotes son comunes en algunas especies *Latifolia*das y, en el caso de podas muy fuertes, en pino oregón (*Pseudotsuga mensiezii*).

Poda del fuste: consiste en la extracción de las ramas de la parte inferior del fuste, con el fin de promover en el mismo una proporción de madera sin ramas y así obtener en el aserrado madera libre de nudos. A cada poda del fuste se la denomina también levante, porque se está elevando la altura del fuste podado y la base de la copa. Así a la primera poda se la puede llamar también primer levante de poda, a la segunda, segundo levante y así sucesivamente. Esta es la poda que se tratará con mayor detalle en el resto de la unidad. También se la suele denominar poda silvícola.

El objetivo específico principal de la poda del fuste es la producción de madera libre de nudos o limpia.

EFECTOS DE LA PODA

La poda puede producir los siguientes tres beneficios en la calidad de la madera:

- Promueve la producción de madera limpia o libre de nudos, pues confina todos los defectos a una porción central del fuste. La madera limpia tiene características tecnológicas uniformes, sin presencia de madera de reacción, con mayor proporción de madera madura y una mayor densidad. Esto la hace más estable, más resistente y más fácil de trabajar en la transformación.

- Promueve que los troncos sean más cilíndricos y, por lo tanto, puedan tener un mayor rendimiento en el aserradero. Esto es debido a que el mayor incremento en diámetro

En pino radiata (*Pinus radiata*) la poda provoca un incremento de la densidad de la madera por encima del 7 % por un período de 2 a 3 años; esto es el resultado de la formación de mayor proporción de leño tardío. Además habría un incremento en los largos de fibras y una reducción de la espiralidad del grano (Savill *et al*. 1997)

del tronco se produce en la base de la copa viva, de manera que al elevarse la misma por la eliminación de las ramas inferiores, el fuste podado tenderá a ser más cilíndrico.

- Aumenta la proporción de madera madura respecto de la juvenil. La eliminación de las ramas induce al cambium (tejido responsable del engrosamiento de los tallos de los árboles) a la formación de madera madura en los años siguientes a la poda. La madera madura presenta características tecnológicas superiores a la juvenil, es más uniforme en dichas características y fundamentalmente posee una mayor densidad debido al engrosamiento de las paredes de las células que forman los elementos conductores del leño. En pino ponderosa (*Pinus ponderosa*) se ha establecido de forma general que la transición de leño juvenil a maduro ocurre alrededor de los 20 años de edad (Letourneau *et al.* 2014).

La poda además produce los siguientes efectos deseables respecto de la seguridad del rodal y del ambiente.

- Disminuye el riesgo de destrucción del rodal por efecto del fuego. La ausencia de ramas en la parte inferior del fuste determina que al producirse un fuego este avance por el suelo sin llegar a las copas, aumentando la posibilidad de que los árboles sobrevivan al mismo.

- Mejora la transitabilidad dentro del rodal, lo que facilita numerosas tareas como la selección de árboles en los raleos, el volteo y arrastre de los fustes, la cosecha de hongos, las evaluaciones comerciales e inspecciones, etc.

- Favorece la llegada de luz y agua al suelo. Ello crea condiciones para el desarrollo de otra vegetación, que en los sistemas agroforestales permite la producción de forraje para el ganado. Por otro lado, la presencia del sotobosque natural en la plantación, favorece la conservación de la biodiversidad de la zona. Sin embargo, este sub-estrato, cuando es denso, representa un riesgo para la propagación de incendios, contrarrestando algunos de los beneficios de la plantación podada (Figura 1).



Figura 1. El beneficio que la poda puede otorgar a la discontinuidad vertical del material combustible, puede ser contrarrestado por un sotobosque denso.

Si no se ejecuta correctamente la poda, parte o la totalidad de los beneficios relacionados con la mejora de la calidad de la madera producida se perderán, y la inversión realizada no se verá reflejada en la mejorade la rentabilidad del productor, ni en el buen uso de los fondos públicos.

La poda es una tarea que puede describirse claramente respondiendo las siguientes preguntas: cuándo, cuánto, cómo y dónde podar y, al conjunto de podas que se aplica a un rodal, se lo denomina *régimen de podas.*

CARACTERÍSTICAS DE LA OPERACIÓN DE PODA

Una vez cicatrizadas las heridas dejadas por las ramas cortadas, el cambium comenzará a producir madera limpia. Cuanto menor sea el cilindro central con nudos respecto a la porción de madera limpia del fuste podado, al momento de la cosecha, más efectiva habrá sido la poda (Foto 2).



Figura 2. Rodaja de pino ponderosa cortada de la parte podada del fuste, donde se observa cómo quedan las ramas podadas en el interior del mismo, la cicatrizacióny posterior producción de madera libre de nudos en el tronco del árbol.

Luego de que la rama es podada, se produce una cicatriz que será ocluida o cicatrizada con el crecimiento del cambium, comenzando a producir madera limpia. Una poda bien realizada, cortando la rama en su base, tratando de dejar un muñón lo más pequeño posible, facilitará la cicatrización. El tamaño del muñón dependerá de los siguientes factores: la especie, el momento de ejecución, el tamaño de la rama, el ángulo de inserción, la herramienta empleada y la calidad del corte realizado por el operario (Figura 3).

A los fines de la medición y la evaluación de la poda y predecir la cantidad de madera libre de nudos o limpia a producir, diversos autores han definido una serie de variables que se usan frecuentemente en la jerga forestal.



Figura 3. La inserción de las ramas influye sobre el tamaño delacicatriz remanente de la poda. Con el ángulo más abierto (izquierda), más fácil es la operación y menor será la cicatriz. La foto de la derecha muestra un ángulo de inserción agudo.

a) ***Diámetro sobre muñón (DSM):*** es el diámetro del tronco medido sobrelos muñones que quedan después de aplicada la poda. En especies como pino ponderosa o pino oregón, cuyas ramas se disponen en verticilos, será el diámetro de un verticilo podado (Figura 4).En el verticilo podado que tenga el mayor tamaño, el diámetro se denomina *diámetro máximo sobre muñón (DMSM)*.



Figura 4. Medición del diámetro sobre muñón (DSM), la misma se hace sobre el verticilo recién podado.

b) ***Diámetro sobre oclusión (DSO):*** es el diámetro de un verticilo podado y cicatrizado; los muñones del verticilo podado se consideran ocluidos cuando todos han cicatrizado. A partir de este momento el fuste producirá madera limpia (Figura 5). El máximo diámetro cicatrizado de la poda se denominará diámetro máximo sobre oclusión (DMSO). Este diámetro no se puede medir sobre el árbol en pie, y solo es posible estimar su tamaño a partir de ecuaciones matemáticas que utilizan información obtenida mediante la disección del tronco.



Figura 5. Corte de una rama podada y cicatrizada, donde se pueden observar los anillos de crecimiento necesarios para ocluir el muñon de la rama (3 anillos) y aquellos correspondientes a la madera limpia (2 anillos).

c) ***Diámetro del cilindro con defectos (DCD):*** es el diámetro de un cilindro interior imaginario, ubicado dentro del tronco, que contiene las ramas podadas y los muñones cicatrizados. El diámetro de este cilindro estará determinado por el DMSO y por la curvatura y sinuosidad del fuste podado. Por afuera

de este cilindro comenzará a formarse la madera libre de nudos. Su tamaño es muy importante, porque se relaciona con el rendimiento potencial de madera libre de nudos que un árbol puede dar al ser aserrado.Suele emplearse como un indicador de la efectividad de la poda realizada (Figura 6).

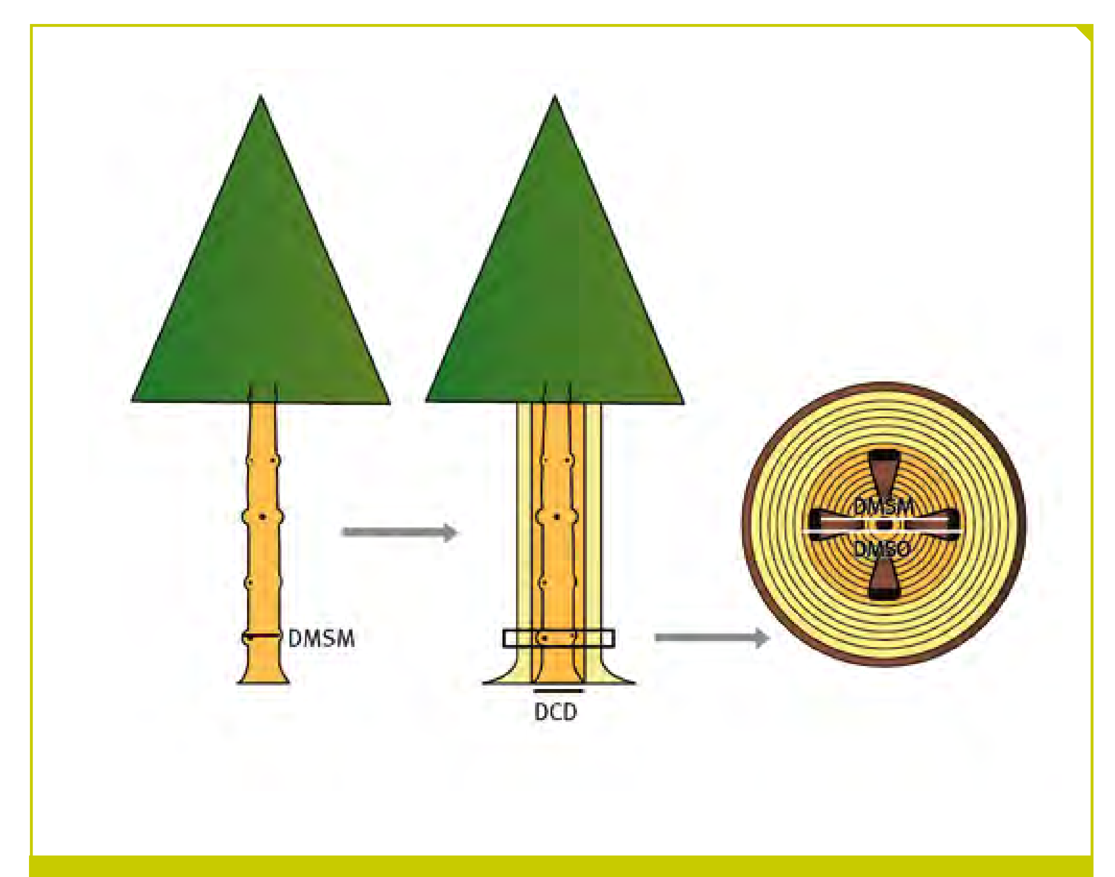


Figura 6. A la izquierda se representa el diámetro máximo sobre muñón (DMSM) de un árbol recién podado. En el centro se ve el diámetro del cilindro con defectos (DCD), en el mismo árbol, luego de pasados varios años. A la derecha, se observa una rodaja extraída de ese árbol, a la altura del DMSM, donde se indican este y el DMSO. Fuente: Davel 2008.

Cuando no es buena la calidad de la poda y/o aparecen defectos que alargan el proceso de cicatrización (muñones extremadamente grandes, astillas, restos de rama o corteza, bolsas de resina, vesículas de aire, etc.), el DMSO será más grande y por ende también el DCD y ello hará disminuir el rendimiento de madera limpia del fuste podado, al momento de la cosecha (Figura 7).Cuanto menor sea el cilindro central con nudos, respecto a la porción de madera limpia del fuste podado, al momento de la cosecha, más efectiva habrá sido la poda.

El DMSM es la variable que define el momento oportuno de realizar cada levante de poda, ya que se puede medir en el árbol en pie y determina, en gran medida, el tamaño final del DCD.



Figura 7.Defectos comunes de la poda debido a haber dejado restos de rama, corteza o acículas en el tronco al momento de realizar la poday que alargan el período de cicatrización y hacen mermar el rendimiento de madera limpia. En el ejemplo de la foto de la derecha, el período de cicatrización se alargó unos 3 años.

El momento de aplicación de la primera poda es muy importante (Meneses y Velazco 1992) ya que define el tiempo oportuno de realización de los levantes siguientes. En una poda bien realizada, el DMSM de un determinado levante, debe ser igual al del levante anterior. Si el DMSM de un levante de poda es notoriamente mayor que el resto, será por sí mismo el que determine el tamaño del cilindro con defectos, aunque los DMSM de los otros levantes sean menores. Para obtener un fuste con una capa de madera libre de nudos de un espesor que justifique la inversión de la poda, es recomendable poner énfasis en obtener un diámetro del cilindro con defectos lo más pequeño posible y que los árboles podados sean de buena forma. La forma de los fustes podados es fundamental al momento de evaluar la eficiencia de la producción de madera limpia en la transformación primaria.

Tanto realizar podas tardías, como hacer podas oportunas pero de fustes de mala forma (médulas sinuosas y fustes curvados), generan un DCD elevado y serán perjudiciales para el rendimiento final de madera limpia, pudiendo convertir a la poda en una actividad superflua y una inversión injustificada (Figura 8).

Si el cilindro con defectos, por alguna razón, es más grande de lo planificado, será necesario producir árboles de diámetros más grandes para lograr la misma cantidad de madera libre de nudos. Esto significaría alargar el turno de corta, con las desventajas que esto implica (Knowles *et al.* 1987, Todoroki 2003). Por esto, es fundamental realizar los levantes de las podas en el momento oportuno (Figura 10).



Figura 8 .Leves curvaturas y sinuosidades del fuste provocan disminuciones severas del rendimiento por importantes aumentos en el DCD.

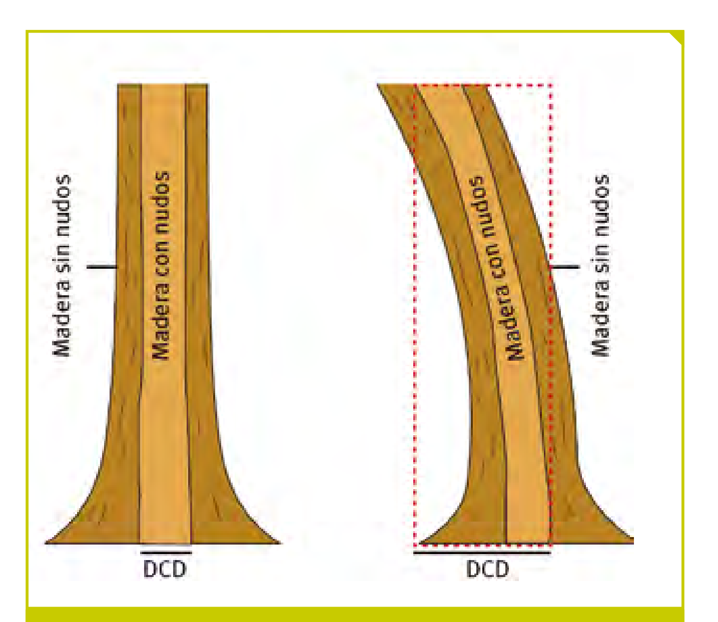


Figura 9. Esquema de un árbol combado y la influencia que tiene la sinuosidad del fuste sobre el diámetro del cilindro con defectos (DCD).

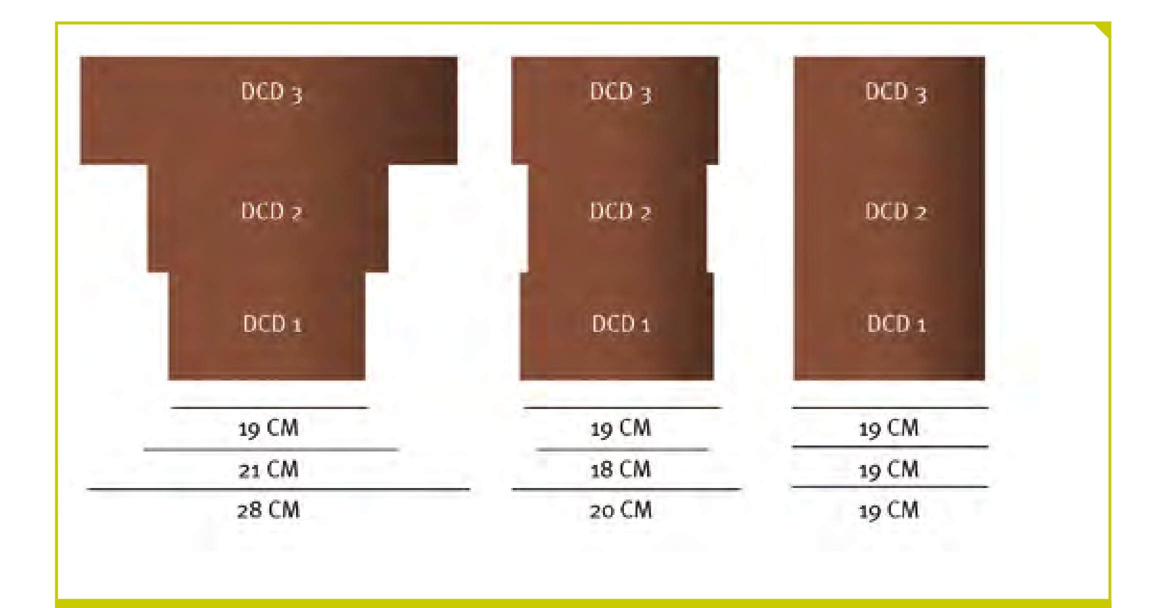


Figura 10. Comportamiento del diámetro del cilindro con defectos (DCD) para tres situaciones. En el gráfico de la izquierda, el segundo y sobre todo el tercer levante se realizaron en forma tardía incrementando en forma importante el DCD final. En el centro, el régimen de poda es aceptable, tuvo pequeños atrasos y el tamaño del DCD refleja estas variaciones. A la derecha, la situación ideal, donde todos los levantes se hicieron en el momento exacto y, por lo tanto,se mantiene el DCD constante desde la primera poda.

La poda del fuste o silvícola es la operación que le otorga mayor valor agregado al árbol en pie a través de mejorar la calidad de la madera en los fustes podados que se produce en la cosecha (Chauchard 2009).

Para alcanzar con éxito la finalidad del régimen de podas, se deben dar las siguientes condiciones (Chauchard y Andenmatten 2007):

- realizar las operaciones en los momentos oportunos. La poda es el tratamiento silvícola de aplicación menos flexible.
- realizar la operación en forma correcta.
- los árboles seleccionados para formar la masa principal que llegará a la cosecha, deben tener buena forma, rectos y sin deformaciones.
- es importante el tamaño final de los fustes podados. Como mínimo, si los árboles se podaron en el momento oportuno deben tener alrededor de 45 – 50 cm.
- industrialización: se debe realizar una transformación eficiente del rollizo.

En Chile, se han estudiado las relaciones entre las variables de la poda para pino radiata y se ha encontrado una relación constante entre el DMSM y el DCD (Meneses 1996):

DCD = DMSM + 6 cm.

El valor constante de 6 cm se incrementa a mayor curvatura o deformidad del fuste.
Recientes estudios sobre cicatrización en la misma especie (Chauchard 2013) indican que no se ha encontrado relación entre el tiempo demandado para ocluir un corte bien realizado y las distintas variables de la poda. En el 63 % de los casos la oclusión se completó entre 2 y 3 años y un 12 % en 4 años.

Sin embargo se encontró una fuerte correlación entre el DMSM y el DSO:

$$DSO = -65{,}022 + 20{,}755 * DSM^{0{,}5}$$

¿CUÁNDO REALIZAR LA PRIMERA PODA Y LOS LEVANTES POSTERIORES?

El momento u oportunidad de aplicar cada levante de poda debe estar regido por el objetivo de lograr el menor tamaño del DCD en todo el fuste podado. De esta manera, es conveniente realizar la primera poda cuando el DAP de los árboles dominantes del rodal sea de 8 a 10 cm. En ese momento, el DMSM estará alrededor de los 14 - 15 cm, tanto para pino ponderosa como para pino oregón. Los levantes posteriores deben realizarse cuando el DMSM de la parte no podada del fuste, alcance el mismo valor del DMSM de la primera poda. Esto está relacionado con el DCD que se pretende lograr. Es recomendable que el DCD no supere los 20 cm y para ello hay que realizar las podas a los valores de DAP y DMSM mencionados. Si nos atrasamos en la poda y el DCD logrado está por encima de los 28 - 30 cm, se considera que la poda ha sido inútil.

Existen distintas metodologías que permiten predecir el DMSM de manera práctica y sencilla y así determinar el momento de realizar cada levante de poda. Chauchard (2005) las divide en tres:

1. a partir de variables de fácil medición. Para pino oregón en la Patagonia andina Davel *et al.* (2003) ajustaron funciones para predecir el DMSM (cm) a partir del DAP (cm) en la primera poda, y a partir del DAP (cm) y la altura de poda del levante anterior (HPODa) (en m) en las intervenciones sucesivas

   - Primera poda

   $$DMSM = 0{,}4021 + 1{,}2858 * DAP$$

   - Levantes posteriores

   $$DMSM = 5{,}6414 + 0{,}9822 * DAP - 1{,}6486 * HPODa$$

2. a partir del perfil del fuste. Otra forma de estimar el diámetro máximo sobre muñón es la propuesta por Andenmatten *et al.* (2003) para pino taeda (*Pinus taeda*) en la Mesopotamia. Se basa en utilizar una función de perfil de fuste para estimar el diámetro del mismo a la altura del diámetro máximo sobre muñón (Dx) y sumarle a ese valor de diámetro, un valor de engrosamiento (E) estimado preliminarmente para la especie considerada. Este método puede ser empleado en la región para pino ponderosa utilizando el modelo de perfil de fuste ajustado por Letourneau y Andenmatten (2000) y, para pino oregón, utilizando la función ajustada por Davel y Trincado (2000). La ecuación para estimar el DMSM, conociendo *Dx* y *E*, es la siguiente:

   $$DMSM = DX + E$$

3. otra metodología es la propuesta por Chauchard (2013), que consiste en ajustar una función de perfil de fuste sobre los muñones que quedan después de la poda. En el modelo seleccionado para pino radiataen el País Vasco (España), entran como variables independientes el *DAP* (cm) y la altura del verticilo (*Hv*) (en m).

   $$DMSM = -5{,}9835 + 0{,}011 * DAP^2 + 5{,}6631 * DAP^{0.5} - 0{,}0525 * DAP * Hv$$

¿CUÁNTO PODAR?

La intensidad de la poda es otro factor clave para elaborar un régimen de poda que permita aprovechar al máximo la potencialidad productiva de la plantación. La intensidad se suele expresar como el porcentaje o la proporción de la copa verde en relación a la altura total del árbol, una vez realizada la poda.

Con respecto a la intensidad de la poda y al número de levantes, hay que tener en cuenta que cuanto más suave sea la poda, más rápido se va a tener que realizar el siguiente levante. Por otro lado, cuanto más fuerte sea la intervención más se puede ver afectado el crecimiento del árbol, principalmente en diámetro. Por lo tanto, se debe buscar un balance entre estos factores. Para coníferas, en general se recomienda no realizar podas que impliquen extraer las ramas de más del 50 - 65 % de la altura total del árbol en cada

levante de poda (Sutton y Crowe 1975, Meneses y Velazco 1992, Rivera y Sobarzo 1992, Kurtz y Ferruchi 2000).

En Patagonia se han realizado estudios sobre intensidad de poda en pino oregón, en sitios de productividad baja (IS: 10 – 14), media (IS: 14 – 18) y alta (IS: 18 – 21). En los tres sitios se observó que al aumentar la intensidad de poda se produce una disminución del crecimiento en diámetro, pero no se registraron efectos sobre el crecimiento en altura (Davel 2013). Sin embargo, se detectaron diferencias en la recuperación del crecimiento en diámetro, con el tiempo, entre los distintos sitios. Para intensidades de poda que implicaron la eliminación de ramas hasta el 50 y 65 % de la altura total de los árboles, en los sitios de alta productividad el crecimiento en diámetro se recuperó rápidamente, mientras que, en los sitios de productividad media y baja, esta recuperación demandó más de tres años (Davel 2013).

La intensidad de poda aplicada, en una determinada calidad de sitio, definirá el número de levantes a realizar para alcanzar la altura de poda meta que se establezca. En el mismo ensayo de intensidades de poda de pino oregón, se encontró que para alcanzar un fuste podado de 6 metros, el número de operaciones o levantes fue aumentando sensiblemente cuanto la intensidad de poda descendía; lo mismo ocurre al disminuir la productividad del sitio (Tabla 1).

Tabla 1. Número de levantes realizados para llegar a los 6 m de fuste podado, para tres tratamientos de intensidad de poda, en diferentes calidades de sitio, en un ensayo para pino oregón (Davel 2013).

Tratamiento	Nº de levantes para llegar a los 6 metros de fuste podado		
	Productividad alta	Productividad media	Productividad baja
25%	5	5	8
50 %	3	3	5
65 %	2	2	3

En cuanto a pino ponderosa, los trabajos regionales que tratan el tema poda, también sugieren podar entre el 50 y el 65 % de la altura del árbol, en cada levante,para obtenerun DCD relativamente pequeño y uniforme, sin afectar el crecimiento futuro del árbol (Gonda y Cortés 1995a, Gonda2011, Chauchard 2012, CIEFAP – FUNDFAEP 2015).

En base a todos estos estudios realizados en la región, tanto para pino oregón como para pino ponderosa, se recomienda que las podas se realicen, como máximo, hasta el 65 % de la altura total de cada árbol.

¿HASTA QUÉ ALTURA PODAR?

La altura hasta la que es conveniente podar dependerá primordialmente del crecimiento de la plantación. Así, a mejor calidad de sitio, mayor será la altura de fuste a la que conviene podar. La

definición de la altura de poda también variará proporcionalmente al turno. La calidad de sitio influirá no solo en la altura de poda sino también en la cantidad de ramas a remover mediante esta operación y, por lo tanto, en el costo de la misma. Por ejemplo, en pino ponderosa, la cantidad de verticilos a remover en una troza de 4,5 metros puede variar de 7, en los mejores sitios, a 14 en las calidades de sitio más pobres (Letourneau y Andenmatten 2013).

Considerando un largo mínimo debobinable de 2,25 m se podrían establecer las metas de fuste podado entre 2,5 y 5,2 m para debobinado y de 4,5 para aserrado, las cuales permitirían minimizar el descarte en el trozado y optimizar la inversión en la poda de la plantación.
La altura total de poda dependerá del crecimiento del rodal; en buenas calidades de sitio será posible alcanzar mayores alturas de poda.
Para pino oregón y pino ponderosa, en los sitios de productividad media a alta y respetando una intensidad de poda que no supere el 65 % de la altura de los árboles, la poda de hasta 6 m se puede alcanzar con tres levantes, manteniendo un DCD pequeño y uniforme.

Otro aspecto muy importante en la definición de la altura total de poda son los largos comercializables de los rollizos. En función de estas especificaciones, se debe optimizar el trozado del fuste favoreciendo su utilización integral. Existen otros factores que pueden influir en la decisión de la altura total de poda, tales como el turno adoptado, el costo de la operación y las reglamentaciones y subsidios de los Estados Nacional y Provinciales. En base a la disponibilidad de subsidios, un propietario podría decidir aumentar el número de levantes, para alcanzar una mayor altura total de poda en una calidad de sitio baja, que no sería rentable sin esta ayuda económica.

En los sitios más pobres, debido a los menores crecimientos, suele no ser económicamente viable podar para producir madera libre de nudos (Tabla 2). Sin embargo, es conveniente realizar una poda baja de 2,5 m para permitir la circulación y sobre todo disminuir el riesgo de destrucción por acción del fuego. Si esta poda baja llega a esa altura, sería posible obtener al menos una troza basal con madera limpia para debobinado, ya que el largo mínimo de estas es de 2,25 m.

Tabla 2. Altura de poda final recomendada para pino oregón y pino ponderosa en las diferentes calidades de sitio en diferentes estudios de la región (Davel 2008, Chauchard 2012, CIEFAP - FUNDFAEP 2015)

Especie	Clase de sitio		Altura final de poda (m)
Pino ponderosa	I		5,2
	II		4,5 - 5,2
	III		4,5
	IV		2,5
Pino oregón	Zona 1 (<1000 mm)	I	5,2
		II	2,5
	Zona 2 (>1000 mm)	I	6
		II	6
		III	5,2

¿CUÁNTOS ÁRBOLES PODAR Y CÓMO ELEGIRLOS?

La inversión en la poda debe justificarse con los ingresos finales del rodal. Para esto se debe realizar cada levante de poda en forma eficaz, o sea, correctamente y con el menor costo posible. Por lo tanto, es recomendable podar todos los individuos de la plantación solo hasta la altura que fuera necesario para disminuir el riesgo de destrucción por acción del fuego. La poda por encima de esta altura solo conviene realizarla en aquellos árboles que alcanzarán un diámetro que les permita desarrollar una capa de madera libre de nudos que justifique la inversión en la poda. Generalmente estos son aquellos que llegarán a la corta final, es decir, unos 230 a 350 individuos por hectárea (más un 10 – 15 % por precaución). Por lo tanto la definición del número de árboles a podar en cada intervención, dependerá del régimen de manejo establecido (ver punto 5 sobre esquemas de manejo).

La accesibilidad a los rodales debe diseñarse desde el inicio de la forestación (ver Capítulos 2 y 10). Incluye el sistema permanente de vías de saca, que conforma la red fina de acceso, unidas a caminos forestales troncales y secundarios, que permitan la circulación de tractores y camiones forestales para extraer los productos madereros del bosque. Además, servirá para la reforestación, combate de incendios y otras labores de la gestión forestal. Se establecen con una equidistancia de hasta 30 m, dependiendo del sistema de aprovechamiento a utilizar, cortando los árboles en unas fajas previamente marcadas de 3 a 5 m de ancho, que representa entre 10 y 20 % de la superficie, que luego de establecida se excluye de la producción forestal. La extracción de los árboles que contiene, conviene hacerla coincidir con el primer raleo comercial a fin de obtener un volumen maderable. Sin embargo, su marcación en el terreno, conviene realizarla a más tardar antes del primer levante de poda, para evitar seleccionar árboles de cosecha (árboles que se podarán hasta de 4,5 a 6 m y que llegarán a la corta final) sobre las futuras vías de saca.

La elección de los árboles a podar es de fundamental importancia en el rendimiento final de madera limpia, puesto que la forma y el estado de los árboles son factores determinantes. Si podamos árboles de mala calidad no incrementaremos el valor de la materia prima comercial a extraer del rodal, por más pequeño que sea el cilindro con defectos (CD). Con el aumento de la sinuosidad o curvatura del fuste, se producirá una merma progresivamente mayor del rendimiento de madera limpia en el aserrado. Un error que suele observarse en la región, es el de podar árboles con distintos grados de curvatura. Para controlar este factor es fundamental la capacitación de los operarios, tanto en la selección de las plantas a podar como en la ejecución de la operación. Las consideraciones a tener en cuenta, para elegir los mejores árboles a podar, son las siguientes:

- Dominantes o codominantes, los árboles de mayor tamaño siempre tienen mayor crecimiento. Si estos tuvieran mala forma serán reemplazados por codominantes o intermedios de mejor calidad.
- Que estén homogéneamente distribuidos en la superficie.
- Poseer fustes rectos, sin bifurcaciones o ramas en bayoneta.

- Estar sanos y vigorosos. No se deben elegir individuos amarillentos o con escasa copa.
- Entrenudos más largos.
- Menor número de ramas por verticilo.
- Ramas más finas.
- Que la inserción de las ramas sea lo más horizontal posible, o sea que estas formen con el tronco un ángulo lo más cercano posible a los 90º.

¿CÓMO PODAR Y QUÉ HERRAMIENTAS UTILIZAR?

Cuando se realiza la poda, el corte de la rama debe ser lo más cercano al tronco del árbol y paralelo al mismo, pero siempre cuidando de no producir daños en la corteza. El corte debe ser neto y limpio, sin dejar restos de corteza o partes de la rama, caso contrario se retardará el proceso de cicatrización y se perderán los beneficios de haber realizado la poda en el momento oportuno (Figuras 11 y 12).

Es fundamental que la poda sea realizada por operarios capacitados y consientes de la importancia de su tarea y con una supervisión técnica que realice un control de calidad y verifique que se realice de forma segura para evitar accidentes.

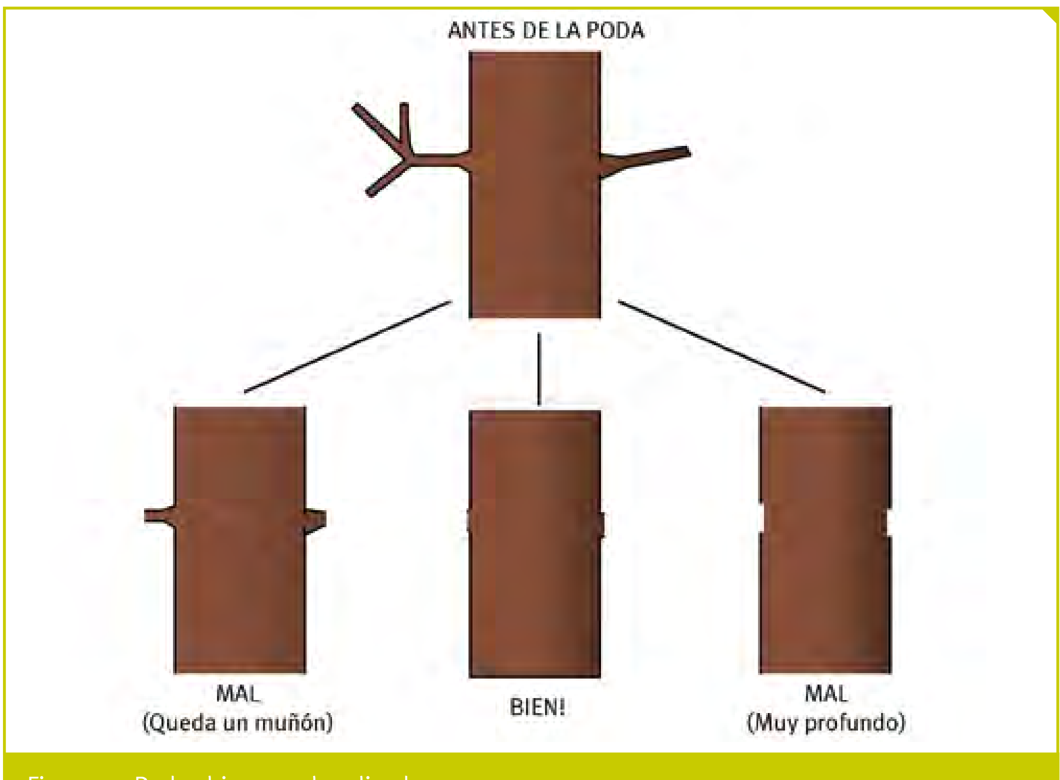


Figura 11. Podas bien y mal realizadas.



Figura 12. Árboles de pino oregón (izquierda) y de pino ponderosa (derecha) correctamente podados.

Existen diferentes herramientas para realizar la poda, las más utilizadas en la región, con buenos resultados, son el serrucho y el tijerón (Figura 13).



Figura 13. Herramientas de poda (serruchos, tijerones y tijeras de poda).

En el caso de especies con corteza y ramas gruesas puede podarse con motosierra. En plantaciones de pino ponderosa, la poda con motosierra puede ser tres veces más rápida que con serrucho (Gonda y Cortés 1995a). Sin embargo, la motosierra no es recomendable para especies de corteza fina como el pino oregón, dado que con solo rozar la corteza con la cadena se pueden desprender pedazos de la misma, produciendo heridas mayores a las de la poda. Incluso en el caso del pino ponderosa, la motosierra de poda debe ser pequeña para que el operario la pueda controlar, y debe utilizarse con sumo cuidado para prevenir daños (Gonda y Cortés 1995b) (Figura 14).



Figura 14. Daños producidos en pino ponderosa por una poda con motosierra mal realizada.

Nunca se debe podar con machete, dado que es imposible producir un corte plano de la base de la rama al ras del tronco (Figura 15).



Figura 15.Poda realizada con machete (izquierda) y con motosierra (derecha) en árboles de pino oregón. En ambos casos se observan daños y defectos de poda que afectan la calidad de la madera.

También se puede realizar la poda con tijeras eléctricas, que tienen un rendimiento muy alto y recién se están empezando a utilizar en nuestra región (Figura 16). El operario carga en su espalda una batería que brinda la energía de funcionamiento. Estas tijeras producen un corte neto y limpio y, en general, si la poda se realiza en el momento oportuno, la gran mayoría de las ramas tienen un espesor que no supera el máximo diámetro que pueden cortar las tijeras. Igualmente es conveniente que los operarios lleven consigo un serrucho

para podar las pocas ramas que no puedan cortarse con la tijera (Figura 17). El operario debe ser entrenado adecuadamente para evitar accidentes.



Figura 16. Tijera de poda eléctrica.



Figura 17. Operario podando con tijera eléctrica y llevando un serrucho en la otra mano.

Las podas de altura, a partir del segundo levante, pueden realizarse de distintas maneras. Se pueden realizar desde el suelo, montando serruchos sobre pértigas para alcanzar las ramas a podar. También existen podadoras mecánicas de altura, tanto tijeras como cadenas de motosierra que van montadas sobre una pértiga. La motorización puede ser a partir de motores a explosión, sistemas hidráulicos o de aire comprimido (Figura 18).La poda de altura también puede realizarse alcanzando las ramas mediante el uso de una escalera liviana, generalmente construida en aluminio (Figura 19). Estando sobre la misma pueden utilizarse serruchos, tijerones y tijeras; la utilización de la motosierra se torna peligrosa no estando en contacto con el suelo. En algunos países la utilizan, pero esta cuenta con varios dispositivos que mejoran notablemente la seguridad.

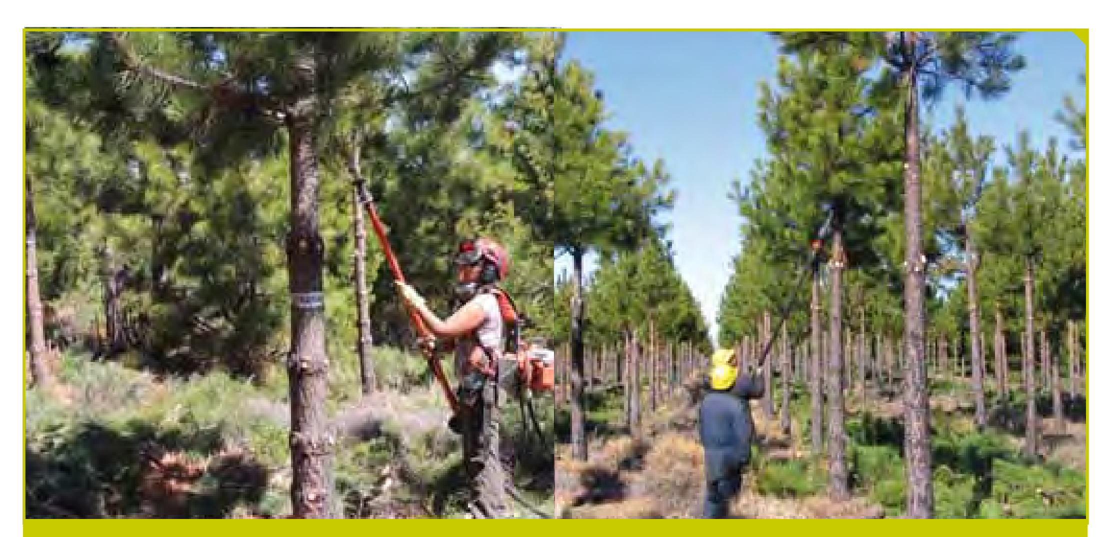


Figura 18. Poda de altura realizada con distintos modelos de podadoras hidráulicas.



Figura 19. Control de la calidad de poda de altura realizada con escaleras de aluminio.

En el caso del pino ponderosa el rendimiento del tijerón, en el primer levante, es bastante similar al de la motosierra (Tabla 3).

Tabla 3. Rendimiento obtenido con distintas herramientas de poda para pino ponderosa y pino oregón.

Especie	Herramienta	Tipo de poda	Rendimiento (árb/jn)	Fuente de información
Pino oregón	Serrucho	1º levante(2 - 2,5 m)	105	CIEFAP / INTA
Pino oregón	Tijerón	1º levante	150	Chile
Pino oregón	Serrucho con escalera	2º levante(4 m)	68	CIEFAP / INTA
Pino ponderosa	Motosierra	1º levante	210	INTA Esquel
Pino ponderosa	Tijerón	1º levante	250	Ea. Leleque
Pino ponderosa	Tijerón	1º levante	180	Chile
Pino ponderosa	Tijera eléctrica	1º levante	400	Ea. Leleque
Pino ponderosa	Motosierra	2º levante	100	INTA
Pino ponderosa	Tijerón con escalera	2º levante (3,3 m)	165	Ea. Leleque
Pino ponderosa	Podadora de altura	3º levante (4,8 m)	65	Ea. Leleque

A modo orientativo, en plantaciones de pino taeda en Misiones, la poda con tijera eléctrica, hasta los 6 m de altura,es aproximadamente 3 y 2 veces más rápida que con serrucho y tijerón,respectivamente (Kurtz y Ferruchi 2000).

EQUIPO Y MEDIDAS DE SEGURIDAD PARA LA REALIZACIÓN DE LAS PODAS

La elección de la herramienta como así también utilizarlas correctamente y con seguridad, son sumamente importantes para evitar accidentes y realizar una correcta operación de corte, lo que redundará en verticilos con muñones más pequeños y limpios.

Para la poda con *serrucho y/o tijerón* se deben utilizar los siguientes Elementos de Protección Personal (EPP): calzado de seguridad, casco, protector visual o gafas de seguridad, guantes y chaqueta reflectante. Para minimizar riesgos y prevenir accidentes tener en cuenta las siguientes consideraciones:

- usar un portaherramientas para el serrucho, colocar protección a la parte cortante del tijerón durante el transporte.
- mantener bien afiladas las herramientas, de esta manera se reduce el esfuerzo para hacer el corte, promoviendo una operación correcta y limpia.
- utilizar las herramientas de forma adecuada, es decir, no utilizar el tijerón para cortes que se deben hacer con el serrucho. Esto genera una disminución en la calidad del corte y aumentan innecesariamente el esfuerzo de debe hacerse con la mano.
- no hacer palanca con las ramas para cortarlas porque pueden dar un latigazo.
- usar y mantener en buen estado los EPP.

Para la ***poda con motosierra*** se deben utilizar los siguientes Elementos de Protección Personal: calzado de seguridad, casco, protector visual, protector auditivo, pantalón o pernera anti-corte, guantes y chaqueta reflectante. Para minimizar riesgos y prevenir accidentes tener en cuenta las siguientes consideraciones:

- el personal que utiliza la motosierra debe estar capacitado y entrenado en el uso de la misma.
- utilizar motosierra de menor cilindrada posible para la tarea, de esta manera, se disminuye el peso de la misma. Asimismo, utilizar la espada más corta posible.
- mantener en buen estado de uso la motosierra, en especial, los componentes de seguridad.
- Tener especial cuidado al manipular combustible. Al llenar el tanque de combustible no se debe fumar y el motor debe estar apagado.
- no cortar ramas por encima de los hombros.
- siempre que el podador se desplace con la motosierra en marcha, debe estar bloqueada con el freno cadena.
- trabajar manteniendo la espalda recta y flexionando las rodillas.
- evitar el uso de la punta de la espada.
- poner atención al cortar ramas que están apretadas, son ramas tensionadas que al ser cortadas pueden golpear al motosierrista.
- usar y mantener en buen estado los EPP.

Para la ***poda con tijera eléctrica*** se deben utilizar los siguientes EPP: calzado de seguridad, casco, protector visual o gafas de seguridad, guantes anti corte (con sistema electrónico que hace la tijera no se cierre) y chaqueta reflectante. Para minimizar riesgos y prevenir accidentes tener en cuenta las siguientes consideraciones:

- el personal que utiliza la tijera debe estar capacitado y entrenado en el uso de la misma.
- mantener alejada de la zona de corte a la mano opuesta a la de uso de la tijera. Para lograr esto, una de las técnicas utilizadas es mantener el serrucho en la mano opuesta y utilizarlo para correr las ramas.
- mantener bien afiladas las herramientas.
- no hacer palanca con las ramas para cortarlas porque pueden dar un latigazo.
- usar y mantener en buen estado los EPP.

Para la ***poda con podadora de altura*** se deben utilizar los siguientes EPP: calzado de seguridad, casco, protector visual, protector auditivo, guantes y chaqueta reflectante. Para minimizar riesgos y prevenir accidentes tener en cuenta las siguientes consideraciones:

- el personal que utiliza la podadora de altura debe estar capacitado y entrenado en el uso de la misma.
- mantener en buen estado de uso la podadora.
- al realizar la actividad mirando continuamente hacia arriba se genera presión sobre las vértebras cervicales lo que puede generar mareos. Para evitar esto se recomienda realizar pausas activas de trabajo, es decir, cada 15 minutos de trabajo parar 5 minutos y realizar otra actividad vinculada a la tarea como quitar ramas que hayan quedado apoyadas sobre el árbol.
- nunca lleve o transporte la podadora de altura en marcha. Si va en marcha entre un árbol y otro sobre la línea de plantación.
- tener especial cuidado al manipular combustible. Al llenar el tanque de combustible no se debe fumar y el motor debe estar apagado.
- trabajar manteniendo la espalda recta y flexionando las rodillas
- usar y mantener en buen estado los EPP.

Para la ***poda de altura con escalera*** (con serrucho y/o tijerón) se deben utilizar los siguientes EPP: calzado de seguridad, casco (preferentemente sujeto a la barbilla), protector visual o gafas de seguridad, guantes y chaqueta reflectante. Para minimizar riesgos y prevenir accidentes tener en cuenta las siguientes consideraciones:

- NUNCA utilizar la motosierra subido a la escalera.
- previo a la tarea verificar el estado de la escalera.
- antes de subir fijarse que los escalones y el calzado no tengan barro en abundancia que genere un resbalón.
- posicionar firmemente la escalera, subir y atar la escalera en la parte superior alrededor del fuste. Una vez sujeta la escalera se puede comenzar a podar.
- siempre dejar un par de escalones libres en la parte superior. Los dos pies deben estar apoyados en la escalera.
- seguir las mismas recomendaciones que en el caso de la poda con serrucho y/o tijerón.
- usar y mantener en buen estado los EPP.

EVALUACIÓN DE LA PODA: REGISTRO DE OPERACIONES, VARIABLES A MEDIR

El éxito de la aplicación de un régimen de podas puede evaluarse de dos formas: 1) a partir del registro de las variables fundamentales al momento de realizar la poda, o 2) mediante un análisis destructivo sobre una muestra de rollizos, que solo podrá evaluarse transcurrido el turno de corta, es decir, al final del ciclo productivo, cuando se realice la cosecha. Por esta razón es sumamente importante poder disponer de elementos que le den al propietario un indicio de la calidad del régimen de podas que aplicó y la proporción esperada de madera limpia o libre de nudos que podría producir el rodal.

La primera condición importante es poder medir la calidad de la operación de poda realizada, en el momento de aplicarla. Ello implicaría realizar un muestreo expeditivo que permita registrar algunos parámetros importantes del rodal, relacionados con el tamaño del cilindro con defectos, entre ellos, el DMSM, el DAP y la altura de poda.

En una aplicación correcta los muñones de las ramas podadas serán los menores posibles. Sin embargo, estos aumentarán de tamaño con las operaciones defectuosas. Inclusive el porcentaje de cortes correctos e incorrectos podrá ser variable, según distintos factores, que tendrán que ver con la herramienta utilizada, la capacitación de los operarios, las condiciones de trabajo y la forma de los árboles del rodal.

Este registro, permitirá hacer evaluaciones, las cuales serán importantes al momento de la comercialización de los productos del rodal. Las variables que se consideran importantes registrar al momento de podar un rodal son:

- diámetro medio de la masa principal.
- altura media de la masa principal.
- evaluación de la forma: desvío medio de los fustes podados (curvatura y sinuosidad).

  Evaluación cualitativa y/o cuantitativa.
- altura de poda media.
- diámetro máximo sobre muñón (DMSM). Este puede estar influenciado por defectos en el corte de la rama.
- altura del DMSM.
- defectos detectados. Al menos evaluado sobre el diámetro máximo sobre el muñón.

La selección de árboles con fustes de buena forma para podar y la calidad de la operación, favorecerán el rendimiento final de madera limpia.

Llegado el turno, es muy importante establecer un acuerdo entre el propietario y el comprador que permita definir una metodología para la evaluación de la proporción

de madera limpia de los fustes podados del rodal. Ello facilitará establecer el valor de la madera en pie o de los rollizos en cancha. Esta metodología se puede establecer de la siguiente forma:

a) en base a los registros propios u oficiales sobre el régimen de podas, que permitan realizar una apreciación sobre las operaciones. Ello implica haber realizado un muestreo del rodal al momento de cada poda.

b) aplicar un muestreo destructivo, el cual permita diseccionar el árbol o el rollizo para visualizar y medir el DCD producto del régimen de podas. Para esto el rollizo se puede aserrear en un aserradero portátil o fijo. Este tipo de muestreo es costoso, sin embargo ayudaría a disminuir la incertidumbre sobre la calidad de los fustes podados. En Argentina existen antecedentes acerca de cómo realizar la evaluación de la producción de madera limpia, estos permiten analizar el cilindro con defectos en rollizos podados (Fassola *et al.* 2003), o cuantificar las distintas calidades de los productos aserrados en función de los defectos en tablas (Fassola *et al.* 2005), lo que redundará en una negociación justa por el precio de los rollizos a comercializar. También hay varios trabajos, principalmente de Nueva Zelanda, que evalúan y proponen distintas formas de realizar el muestreo de trozas podadas (Park y Leman 1983, Park 1989, Park 1994, Park 1995).

MANEJO DE LA DENSIDAD DEL RODAL

El concepto de densidad de un rodal está asociado al grado de ocupación, por parte de los árboles, del espacio disponible para crecer; así existirán rodales con diferentes densidades desde muy abiertos a muy densos. Para determinar con objetividad el nivel de ocupación del espacio, es necesario establecer mediciones y construir índices. Casi todos ellos se relacionan con la cantidad de árboles, su tamaño y la distribución espacial que éstos tengan (Corvalán Vera y Hernández Palma 2006).

La tasa de crecimiento alcanzada por un rodal, de una determinada especie, está definida por dos factores: la calidad de sitio y la densidad. Dado que en la región no se intenta mejorar el sitio, por ejemplo fertilizando, la densidad es el principal factor a manejar durante el desarrollo de un rodal. El manejo de la densidad no afecta significativamente el crecimiento del rodal en su conjunto, dentro de un amplio rango, sin embargo, tiene un impacto importante sobre los crecimientos individuales. Así, manejando la densidad del rodal, se puede modificar el crecimiento en diámetro, la forma de los fustes, el tamaño de las ramas e incluso la producción en volumen (Daniel *et al.* 1979).

Salvo en etapas avanzadas del desarrollo del rodal, usualmente asociadas a una fuerte pérdida de vigor, el crecimiento en diámetro de los árboles aumenta a medida que disminuye la densidad. Por lo tanto, para una edad dada, rodales que vienen creciendo con árboles espaciados tendrán un diámetro promedio mayor que aquellos rodales que lo vienen haciendo con árboles muy juntos (Figura 20).
Dado que el crecimiento en diámetro es sumamente sensible a la densidad, los bosques

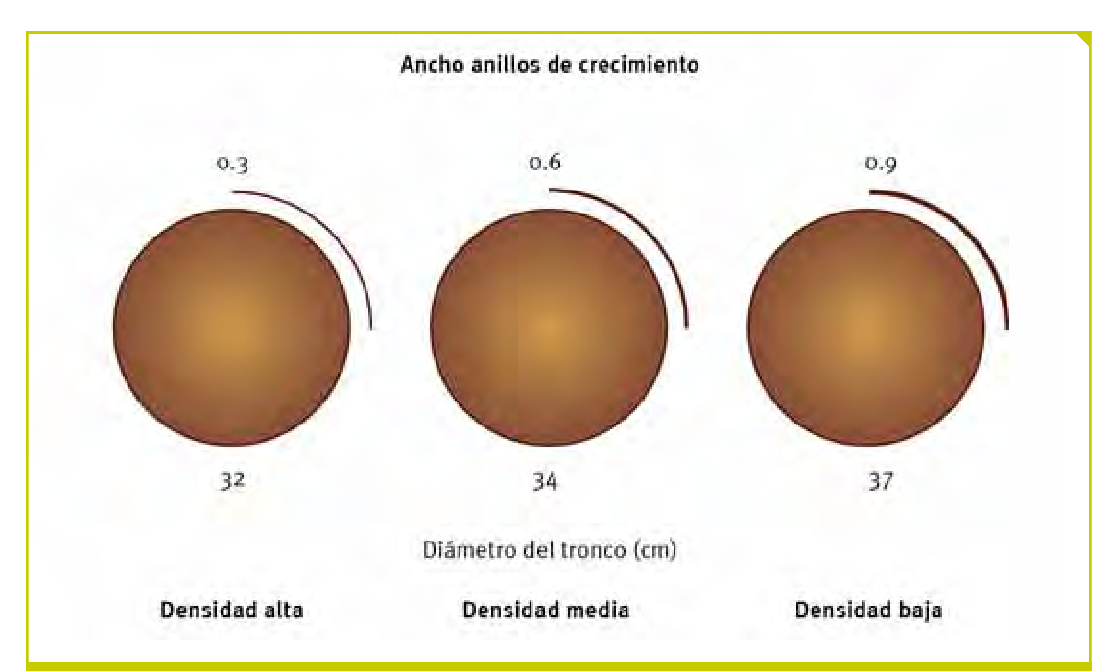


Figura 20. Efecto de la densidad sobre el crecimiento en diámetro medido en un ensayo de raleo de pino ponderosa luego de 10 años de establecido, en Abra Ancha, Neuquén (Gonda y Cortés 2005, Gonda 2011).

se deben mantener bastante abiertos si se desea producir árboles más gruesos en un tiempo razonable. Afortunadamente, los bosques más abiertos presentan además numerosas ventajas logísticas y biológicas:

1. facilitan la circulación dentro del mismo, haciendo más eficiente las intervenciones silvícolas, el combate del fuego, la recolección de hongos, etc.

2. los árboles son más vigorosos por disponer de mayores recursos para el crecimiento y ello los hace menos susceptibles al ataque de plagas y enfermedades.

3. son más resistentes al fuego. De producirse un incendio, si los árboles están espaciados y además han sido podados, el fuego puede pasar por el sotobosque sin propagarse a las copas y sin dañarlos severamente (Figura 21).



Figura 21. Plantación de pino ponderosa que ha sufrido un incendio pero que ha sobrevivido gracias al manejo y al correcto tratamiento de residuos.

4. favorecen la presencia de la vida silvestre al presentar estructuras más variadas que las plantaciones sin manejo.

5. aceleran la descomposición del material vegetal depositado sobre el suelo; al pasar más agua y luz a través del dosel, se produce un aumento de la temperatura y humedad, favoreciendo el desarrollo de la flora microbiana.

6. son más resistentes al viento, dado que los árboles tienen una mayor relación altura/diámetro, lo que hace que sean más estables.

7. hacen posible la permanencia o recolonización de parte de la flora nativa bajo el dosel.

8. interceptan menos luz y agua de las precipitaciones, esta llega directamente al suelo haciéndose disponible para las raíces y para la vegetación arbustiva y herbácea del sotobosque (Figura 22).

Si bien una alta densidad tiene un efecto positivo sobre la forma de los árboles, induciendo a la formación de fustes más cilíndricos con ramas delgadas; este efecto sobre la forma del fuste, puede lograrse en rodales abiertos a través de la poda.

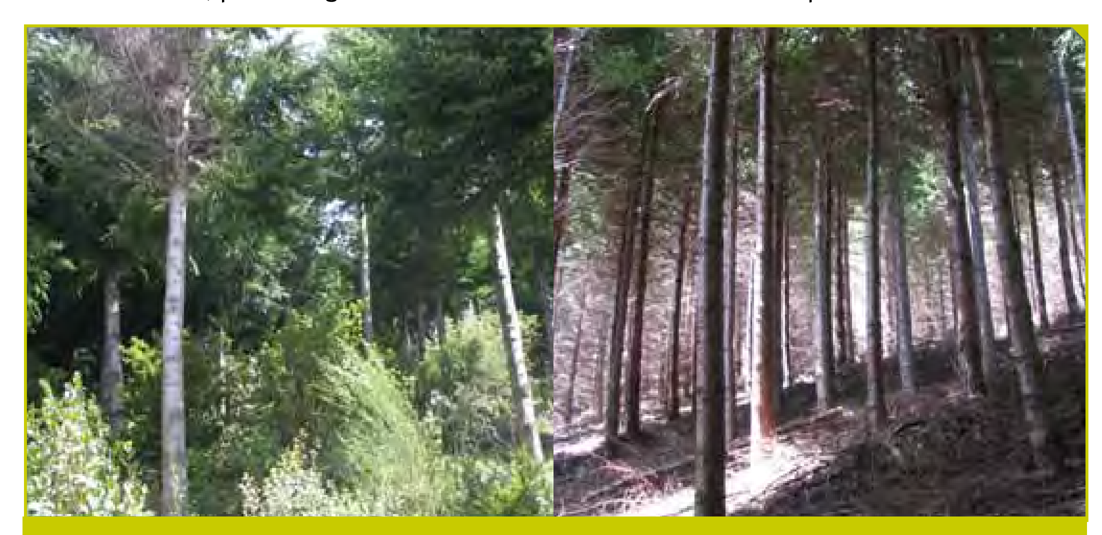


Figura 22. Plantación de pino oregón raleada y podada, con mayor entrada de luz y presencia de un sotobosque alto debajo de ella (izquierda) y la misma plantación con poda pero sin raleo (derecha).

Generalmente el crecimiento en altura no es afectado por la densidad, solo algunas especies forestales disminuyen levemente su crecimiento en altura en rodales con densidades extremadamente altas.

La productividad total de una plantación, o sea el volumen por hectárea que es esperable obtener, no puede incrementarse a través del manejo de la densidad; pero si puede llegar a disminuirse manejando el rodal en densidades muy abiertas. Lo que sí se puede lograr manejando la densidad, es distribuir ese crecimiento en volumen en los mejores árboles, aumentando la cantidad de materia prima comercial. En otras palabras, no es posible maximizar el crecimiento individual y por unidad de superficie al mismo tiempo.

Long (1985), estudiando rodales de varias coníferas del Oeste de Norteamérica, encontró que:

a) los árboles empiezan a competir cuando la densidad alcanza el 25% de la máxima densidad biológica.

b) el rodal comienza a estar completamente poblado cuando alcanza un 35% de la densidad máxima (aquí el incremento se estabiliza).

c) comienza la mortalidad cuando la densidad alcanza el 60% del máximo.

Esto se relaciona con las curvas de Langsaeter (1941) que muestran la relación existente entre la densidad, el crecimiento del rodal y el crecimiento de los árboles individuales en un momento dado de la vida de un rodal (Gonda *et al.* 2011) (Figura 23).

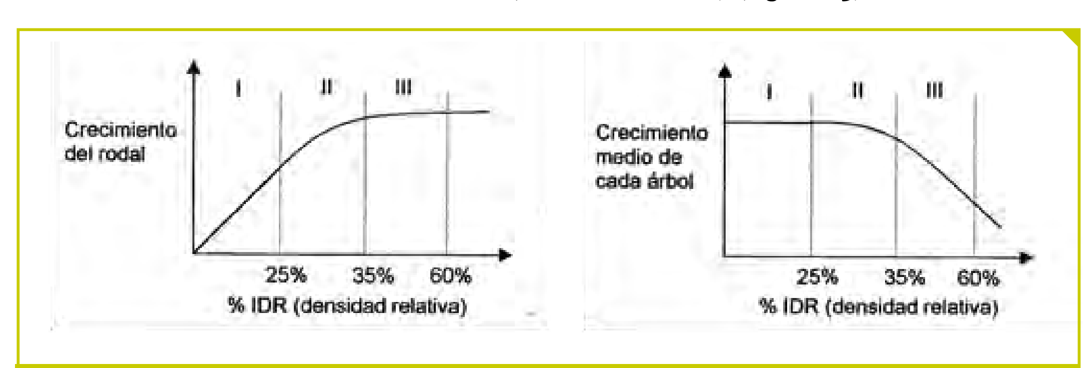


Figura 23. Crecimiento del rodal y de los árboles individuales en relación a la densidad relativa (Langsaeter 1941, Long 1985).

Como se puede observar en la Figura 23, la disminución del volumen solo comienza a producirse cuando la densidad del rodal es muy baja, en líneas generales cuando está por debajo de la mitad de la máxima densidad posible. Incluso a un 25% de la densidad máxima el crecimiento por unidad de superficie no es inferior a un 70% del máximo. Esto es sumamente importante puesto que determina que se puede lograr un buen crecimiento en diámetro, sin necesidad de sacrificar demasiado volumen por unidad de superficie.

RALEO

El manejo de la densidad se realiza a través del raleo o clara. Este consiste en extraer ciertos árboles del rodal, para que los remanentes puedan desarrollarse mejor al disponer de mayores recursos de luz, agua y nutrientes para el crecimiento. En nuestra región, debido al clima mediterráneo con veranos secos y al hecho de que las plantaciones se instalan en la zona del ecotono, generalmente con menos de 800 mm de precipitación anual, el agua constituye el factor más limitante. A través del raleo se concentra el crecimiento del rodal en los mejores árboles, disminuyendo la producción total en volumen en la cosecha, pero aumentando la cantidad y calidad de la materia prima individual, al elegir los mejores individuos para constituir la masa principal. Así cada árbol tendrá mayor valor al momento de la cosecha.Además, para ciertos objetivos productivos, al ser incentivados los crecimientos individuales de los mejores árboles, los raleos permitirán que los mismos alcancen las dimensiones requeridas en menor tiempo.

TIPOS DE RALEO

Existen cinco tipos de raleo: a) por lo bajo; b) por lo alto; c) selectivo o de los dominantes; d) sistemático o mecánico y e) libre (Daniel *et al.* 1979, Smith *et al.* 1997). Los tres primeros se basan fundamentalmente en la posición que ocupan los árboles en el dosel, el cuarto en la disposición que tiene los individuos en el rodal y el quinto generalmente es una combinación de dos o más de los primeros cuatro métodos. En la Tabla 4 se resumen las características de los cinco tipos de raleo.

Tabla 4. Resumen de los cinco tipos de raleo, indicando motivos, árboles que quedan y que salen en cada uno (Daniel *et al.* 1979, Smith *et al.* 1997).

Raleo	Motivo del raleo	Qué árboles quedan	Qué árboles salen
Por lo bajo	Eliminar competencia principalmente por agua	Dominantes y algunos codominante. Todos de buena forma.	Intermedios, oprimidos y algunos codominantes
Por lo alto	Eliminar competencia principalmente por luz	Dominantes de buena forma y pueden quedar algunos codominantes	Dominantes de mala forma, codominantes y algunos intermedios. Los oprimidos no compiten por luz.
De los dominantes (selectivo)	Dominantes de mala calidad o precio muy alto de trozas chicas.	Codominantes y algunos intermedios.	Dominantes
Sistemático o mecánico.	Excesiva densidad dificulta ver los árboles a elegir. Por lo general se aplica solo una vez como primer raleo.	Igual proporción de todas las clases.	Igual proporción de todas las clases.
Libre	Combinación de dos o más raleos de los anteriores.		

En nuestra región la tendencia general es a realizar raleos por lo bajo o libres. Estos últimos implican fundamentalmente eliminar los individuos de menor tamaño, los dominantes de mala calidad (raleo de los dominantes), y algunos de los codominantes que compiten con los árboles finales (raleo por lo alto). Dado que las plantaciones más antiguas se plantaron a altas densidades, en algunos casos se está realizando un primer raleo en forma sistemática (Gonda 2001). Cuando se realizan raleos en la patagonia andina es recomendable tener en cuenta los siguientes aspectos:

a) los árboles remanentes deben ser en lo posible dominantes o codominantes, con crecimiento vigoroso. No dejar nunca árboles oprimidos.

b) los árboles con bifurcaciones, deformaciones o problemas sanitarios deben ser eliminados.

c) el grosor y ángulo de inserción de las ramas se debe tener en cuenta en caso de tener duda entre dos árboles. Ramas finas y con un ángulo recto de inserción son las más deseables.

d) los árboles remanentes deben quedar uniformemente distribuidos en toda la superficie. A veces pueden existir dos árboles vecinos de gran potencial, en esos casos se puede favorecer a ambos.

RALEO A DESECHO O PRECOMERCIAL

Para plantaciones establecidas a densidades medias a altas, las condiciones para la aplicación del primer raleo se anticipan, pues los árboles entran en competencia a edades tempranas. Ello ocasiona que el material que se obtiene en la corta no tenga dimensiones comercializables, por esta razón a este primer raleo se lo denomina pre-comercial o a desecho.

Si la plantación tiene como objetivo producir madera aserrable o debobinable, se considera suficiente disponer de 500 plantas por hectárea en el momento de realizar el primer raleo comercial. Este es el número de individuos que se debería plantar si el prendimiento fuera del 100 % y todos los árboles fueran del mismo tamaño y tuvieran el mismo crecimiento. Para compensar la mortandad del primer año y las importantes diferencias de desarrollo y forma entre las plantas, lo recomendable esestablecer entre 800 y 1100 plantas por hectárea. En conclusión, para un mismo esquema de manejo, la paulatina disminución del número de individuos a plantar dependerá fundamentalmente de la mejora en la calidad y homogeneidad de los plantines.

Volviendo al objetivo de producir madera aserrable o debobinable, el raleo a desecho debe realizarse junto con la primera poda. La conveniencia de este raleo se basa en los siguientes puntos:

1. al realizar un raleo al mismo tiempo que la primera poda, el número de árboles a podar será menor. Además, por el tamaño que tienen estos árboles, es más rápido y más barato voltearlos que podarlos. La realización de un raleo junto a la primera poda disminuye aún más los riesgos de incendio.

2. si no realizamos este raleo a desecho, cuando realicemos el primer raleo comercial, vamos a tener que voltear varios árboles sin valor y va a ser mucho más costoso eliminarlos en este momento que hacerlo al momento de realizar la primera poda, cuando son pequeños. Por otro lado, si se realiza el raleo a desecho, los árboles a extraer en el primer raleo comercial tendrán mayor tamaño y por lo tanto mayor valor de venta.

3. como se mencionó, en el tema poda, hay un balance entre los efectos de las podas y los raleos sobre el crecimiento en diámetro de los árboles. Si podamos hasta el 50-65% de la altura del árbol, es esperable una leve disminución en el crecimiento, que podrá compensarse sobre los árboles remanentes si al mismo tiempo se aplica un raleo.

En Patagonia, las primeras forestaciones establecidas entre las décadas del ´60 y del ´80 se plantaron a densidades muy altas, que oscilaron entre las 1.500 y 2.500 plantas por hectárea. A partir de la década del ´90 esto cambió y las forestaciones comenzaron a establecerse con 1.111 plantas por hectárea. Incluso a partir del año 2000, se comenzaron a aceptar densidades de 800 plantas por hectárea. Estos esquemas de densidades, en general fueron promovidos por el Estado Nacional a través del mecanismo de incentivo a la forestación.

4. no es posible por el momento, evitar un raleo a desecho plantando menos árboles, ya que la calidad y homogeneidad de los mismos, determina que sólo aproximadamente un 50% llegarán a convertirse en árboles de buena calidad. Además, al momento de realizar la primera poda, ya se pueden identificar los árboles con mayor potencial (Gonda y Cortés, 1995a).

El raleo a desecho o pre-comercial debe realizarse en conjunto con la primera poda.

¿CUÁNDO REALIZAR LOS RALEOS POSTERIORES? ÍNDICES DE DENSIDAD

Como se mencionó anteriormente, uno de los requerimientos más importantes del manejo de un rodal es asegurar que, en cada etapa del desarrollo del mismo, haya la densidad óptima de acuerdo al objetivo de manejo perseguido y aprovechando al máximo la capacidad productiva del sitio. Para ello se recomienda utilizar los índices de densidad relativa. Uno de los más empleados en la región es el índice de densidad del rodal sugerido por Reineke (IDR) (Reineke 1933), el cual es fácil de usar y de probada aplicación en la zona (Day y Gonda 1987,Gonda y Rechene 1993, Andenmatten *et al.* 1995). Emplea dos variables, el número de árboles/ha (N) y el diámetro cuadrático medio del rodal (DCM) y permite comparar las densidades de distintos rodales entre sí. La relación encontrada por Reineke se puede expresar de la siguiente manera:

$$IDR = N * \left({}^{DCM}\!/_{25} \right)^{a}$$

Donde:

IDR: índice de densidad del rodal de Reineke.

N: número de árboles por hectárea.

DCM: diámetro cuadrático medio en centímetros.

a: coeficiente particular a la especie, para pino oregón es 1,605 y para pino ponderosa es 1,7653.

En el caso del pino oregón los máximos valores de IDR encontrados en Patagonia fueron variando levemente según distintos autores: 1924 (Andenmatten *et al.* 1995), 1900 (Davel 1998) y 2175 (Gimenez 2013). En función de ello, se decidió adoptar un valor de IDR de2000 como máximo para la especie. En pino ponderosa, el máximo IDR encontrado en la región fue de 2500 (Giménez 2013).Siguiendo los conceptos descriptos de Langsaeter (1941) y Long (1985), para lograr un balance entre el máximo crecimiento individual, sin perder crecimiento en volumen por hectárea, se debe manejar el rodal entre un 25% y un 35% del máximo IDR encontrado para la especie en la región (Gonda 2001).Ello implicaría manejar las plantaciones de pino oregón entre valores de IDR de 500 y 700 y de pino ponderosa entre 600 y 800 aproximadamente. Sin embargo, estas bandas o zonas de manejo de la densidad van a variar si otros son los objetivos del manejo o se consideran aspectos vinculados a la economía y comercialización, entre otros. Por ejemplo, en el caso de

las plantaciones de pino ponderosa, se recomienda, para realizar intervenciones menos frecuentes, mantener las especies del sotobosque y la mayor biodiversidad del lugar, manejar el IDR entre 500 y 700 (CIEFAP – FUNDFAEP 2015).

Un aspecto práctico a considerar para determinar el momento de realizar el raleo, es cuando comienza la competencia de copas. Esto es importante porque se debe evitar, en lo posible, que se mueran las ramas en la parte no podada del fuste, lo cual originará en la madera aserrada nudos muertos o flojos. Esta situación de mantener el fuste con ramas vivas, se verá favorecida manteniendo las densidades parcialmente abiertas de manejo del rodal.

Según lo recabado con productores y técnicos en Neuquén, las plantaciones de pino murrayana (Pinus contorta var. latifolia), especie con una importante superficie forestada en esa provincia, deben ser manejadas en un rango de IDR inferior al de pino ponderosa, debido a que es más sensible a la competencia.

¿CUÁNTOS ÁRBOLES DEJAR EN CADA RALEO?

El tipo e intensidad de cada raleo en un régimen de manejo, dependerá fuertemente de los objetivos que se hayan establecido para la plantación. En casos de objetivos productivos debe responderse ***¿qué productos se pretenden obtener en la cosecha?***

En el caso del raleo a desecho o pre-comercial, donde el objetivo de la plantación es la producción de madera aserrable o para debobinado, se propone dejar un número de árboles suficiente para que, cuando se realice el primer raleo comercial, los árboles que se extraigan tengan un diámetro cercano a los 30 cm. Esto se puede planificar y regular mediante el IDR.

En los raleos posteriores, el número de árboles a dejar se define, como se mencionó anteriormente, en base al IDR, manteniendo este índice dentro del rango de manejo definido para cada especie y objetivo de producción.

Sin embargo, el régimen de manejo o gestión del rodal a lo largo del turno estará influenciado principalmente por el objetivo productivo establecido; pero además hay aspectos económicos y operativos, entre otros, que condicionan el número de intervenciones del mismo.

MANEJO DE RESIDUOS DE PODAS Y RALEOS

Los residuos de las podas y raleos constituyen un material altamente inflamable de gran peligro en cuanto a incendios, por lo tanto, es muy importante tomar las precauciones necesarias. La reducción de los residuos durante las prácticas silvícolas resulta fundamental para el buen manejo de las forestaciones. Este objetivo puede estar asociado a la producción secundaria de p*roductos forestales no madereros* (ver Capítulo 12).

En la región, aún existe un escaso desarrollo técnico con bases científicas que considere, en el manejo de residuos, aspectos económicos y ambientales asociados. Actualmente en

uno de los principales establecimientos forestales del Chubut, se aplica una técnica mecanizada con muy buenos resultados. Consiste en acondicionar los residuos derivados del raleo pre-comercial y las podas, fila por medio de la plantación. Se los deja durante un verano, para que se sequen y al otoño-invierno siguiente se pasa por encima de la escollera con un tractor de 120 hp con una máquina trituradora, que rompe el material seco y lo entierra levemente, poniéndolo en contacto con el suelo mineral. Luego de un par de años el material se incorpora totalmente al suelo, recuperándose la vegetación natural. Es una buena técnica, que lógicamente presenta un alto costo y está limitada a terrenos con escasa pendiente y sin piedras, donde pueda operar la máquina (Figura 24) (CIEFAP - FUNDFAEP 2015).



Figura 24. Uso de máquina trituradora sobre los restos acondicionados de la poda y el raleo a desecho.

También se han realizado pruebas de reducción del material con chipeadoras portátiles, que con un tamaño apropiado a la cantidad de residuos, puede aplicarse al manejo de los mismos. Sin embargo, por encima de cierta escala son económicamente inviables. En otro orden, en la región, se están haciendo las primeras evaluaciones sobre posibles usos bioenergéticos de la biomasa, que podrían resultar en una alternativa para la reducción de residuos. Sin embargo, además de la viabilidad técnica, debe resolverse la factibilidad económica de la extracción y transporte de los residuos desde la plantación a la planta de procesado, aspecto que en otros países con más desarrollo en el tema, resulta el principal escollo. Un complemento que agrega valor productivo a los residuos de poda, podría ser la extracción de aceites esenciales, de esta manera parte de los costos de traslado podrían quedar cubiertos (CIEFAP - FUNDFAEP 2015).

En caso de que no sean posibles las opciones anteriores y los residuos no se extraigan del bosque, es preferible dejarlos esparcidos y bien distribuidos en la superficie, evitando que queden ramas al pie de los árboles (Figura 25). Con esto se procura el máximo contacto con el suelo posible, favoreciendo la descomposición y el ciclo de nutrientes, reduciendo el riesgo de propagación de incendios que se genera al mantener los residuos,

sobre todo finos a medianos, en superficie. A los árboles raleados se les debe “picar” la copa con la motosierra a fin de disminuir el volumen y lograr que entren en contacto con el suelo y se descomponga más rápidamente. El aumento de luz y temperatura, por efecto de la poda y el raleo, combinado en sistemas silvopastoriles con el pisoteo de los animales, contribuye también a la descomposición de este material.



Figura 25. Residuos de la poda distribuidos en la superficie, sin formar montones ni escolleras y sin ramas cerca de los árboles o apoyadas en los mismos.

A veces se suelen acomodar las ramas en escolleras, sin embargo, esta práctica no es aconsejable debido a que el material tarda muchos años en descomponerse y, de producirse un incendio, al llegar el fuego a estos montículos, se producirían llamas altas y el encendido de las copas (Figura 26).



Figura 26. Residuos de la poda distribuidos en escolleras.

Otra práctica común en algunas zonas de la región es extraer el material del bosque y quemarlo. Debe realizarse en un claro grande o fuera del bosque y alejado de los árboles. Tiene el inconveniente de extraer nutrientes contenidos en ramas y hojas. Las quemas se deben realizar en el invierno porque es la época más húmeda y con menores temperaturas. Tiene un costo muy alto de mano de obra (Figura 27). A menudo se suelen realizar esta práctica bajo el dosel de los árboles, sin realizar el acarreo de los residuos hasta un área abierta, sin embargo, esto no es aconsejable ya que daña tanto el follaje como la corteza de los árboles próximos al fuego, incluso sin necesidad de tener contacto con las llamas, debido a la alta emisión de calor generada por la quema.



Figura 27. Quema de residuos de poda fuera de la plantación.

Según experiencias a escala de plantación, realizadas por INTA Bariloche, en plantaciones pasadas sin poda ni raleo, tiene el mismo costo chipear que contratar a alguien para quemar. La quema rinde aproximadamente 30 m^3 por jornal y el chipeo entre 30 y 40 m^3/hora, siendo la hora máquina muy similar a lo que cuesta el jornal (Caballé, *com. pers.*, 2015).

Otra alternativa es la quema prescripta que consiste en la quema provocada y controlada de los residuos dispersos en la plantación (ver Capítulo14).Las quemas se deben realizar en momentos apropiados del año, durante el cual se dan las condiciones meteorológicas propicias (temperatura, velocidad del viento, humedad relativa) que permiten regular la intensidad y propagación del fuego. Esta práctica reduce el material de 20 a 30 t/ha (situaciones sin manejo) hasta aproximadamente 8 t/ha (Defossé *et al.* 2011). Las quemas prescriptas se deben ajustar también, mediante investigaciones previas, para asegurar no alterar la funcionalidad del ecosistema, resguardando el ciclo de nutrientes y minimizando daños sobre la biodiversidad.

Independientemente del tipo de quema que se realice, se debe solicitar permiso a la autoridad competente. Tiene que ser realizada por personal capacitado y entrenado. Entre los elementos de seguridad que debe utilizar el operario, están: calzado de seguridad, pantalón y camisa ignífugos, casco y guantes. Al momento de realizar la quema se debe contar con medios para controlar y extinguir el fuego en caso de ser necesario (ver Capítulo 14).

ESQUEMAS DE MANEJO

El objetivo principal de las plantaciones en la Patagonia es la producción de madera. Existe un conjunto de investigaciones silviculturales para pino ponderosa y pino oregón que permiten orientar el manejo forestal hacia la producción de madera de alta calidad, entendida como aquella libre de nudos con destinos de aserrío o debobinado. Últimamente se han realizado plantaciones a escala real, orientadas a la producción de madera de buena calidad y asociadas a la producción de pastura para el ganado en una misma superficie, constituyendo un sistema de producción mixta denominado sistemas silvopastoriles. A continuación se presentan las propuestas que existen en la región para ambos sistemas forestales. Estos son esquemas de manejo regionales y orientativos, que pueden variar en cada situación particular.

RECOMENDACIONES GENERALES PARA LA PRODUCCIÓN DE MADERA DE CALIDAD

Se presentan a continuación algunos de los criterios utilizados para la prescripción de las intervenciones (CIEFAP - FUNDFAEP 2015):

1. la poda se realiza con el objetivo primordial de producir madera limpia o libre de nudos.

2. la intensidad de poda máxima considerada es del 65 % de la altura total del árbol en cada levante.

3. el número de levantes y la altura final de poda dependerá de la calidad de sitio y siempre considerando el largo de rollizo comerciable.

4. el momento de realizar cada levante de poda debe promover un diámetro máximo sobre muñón (DMSM) que no supere los 15 cm, tratando de mantener su valor lo más constante posible en cada levante. Debe prestarse especial atención a la selección de árboles de buena forma para componer la masa principal y a ellos aplicar el régimen de podas establecido.

5. todo árbol compite por agua y nutrientes con los individuos dominantes de buena calidad que constituyen los ejemplares más valiosos del rodal.

6. luego de realizar un primer raleo pre-comercial o a desecho, el sitio deberá estar ocupado sólo con árboles que, llegado el momento de su extracción por raleos, puedan brindar productos de un valor que supere sus costos de apeo, arrastre y flete hasta los lugares de procesamiento de la materia prima.

7. los árboles más valiosos son en todo momento los dominantes de buena calidad. En caso de tener que escoger entre un dominante de regular o mala forma y un codominante de buena forma, debe seleccionarse este último.

8. se intenta maximizar el crecimiento en diámetro de los árboles para obtener el mayor precio para la materia prima. El valor del metro cúbico de rollizos aumenta al incrementarse sus dimensiones y la calidad comercial de su madera.

9. los regímenes de raleo deben ser lo más sencillos posible de aplicar en el terreno. Los raleos comerciales deben ser pocos para producir la mayor cantidad de materia prima posible en cada intervención y evitar intervenciones demasiado frecuentes.

10. los raleos se ejecutarán fundamentalmente por lo bajo y parcialmente por lo alto, ya que se deberán extraer los árboles dominantes de mala calidad.

11. el régimen de raleos debe estar sincronizado con el de podas, para optimizar tanto la cicatrización de las podas como la producción de madera limpia a la cosecha.

12. se propone realizar el raleo a desecho cuando los árboles dominantes alcancen un diámetro a la altura del pecho de 8 - 10 cm por las siguientes razones:

- para que coincida con la ejecución de la primera poda, lo que disminuye los costos operativos.

- para disminuir en aproximadamente un tercio el número total de árboles apodar en la primera intervención.

- para que los árboles sean suficientemente pequeños como para no requerir su desrame. Se propone trozarlos en pocas porciones y disponer de estas como si fueran ramas podadas de gran tamaño.

- para que los mejores individuos puedan optimizar su crecimiento desde edades tempranas. A esta edad ya es posible identificar los árboles dominantes de buena calidad que llegarán a los raleos comerciales y a la corta final (Gonda y Cortés 1995a).

- para disminuir el riesgo de la destrucción de los árboles por la posible acción del fuego. La disminución de la densidad, combinada con la poda hace más difícil que las llamas de un incendio puedan llegar a las copas de los árboles. Además, la baja densidad del bosque permitirá que los árboles puedan engrosar su corteza en el menor tiempo posible, aumentando así su resistencia a la acción del fuego.

- para posibilitar el ingreso del ganado en el caso de que se desee incorporarlo al rodal. El pastoreo disminuye la cantidad de combustible del sotobosque y el pisoteo facilita la desintegración de los residuos de la poda y el raleo, acelerando su descomposición.

- para disminuir la intercepción de la precipitación en forma de lluvia o nieve por parte de las copas, lo que aumenta la cantidad de agua que se incorpora al suelo.

- para incrementar la cantidad de luz que llega al suelo, lo que facilita la descomposición, evitando la formación de un grueso colchón de acículas y permite la permanencia de las especies del sotobosque, aumentando la biodiversidad del rodal.

- todas las personas que intervienen en el proceso deben ser capacitadas y entrenadas. Se deben establecer metodología de trabajo y medidas preventivas en las tareas, con el objetivo de minimizar riesgos y prevenir accidentes.

Esquemas de manejo para pino ponderosa en distintas clases de sitio

A continuación se describen los esquemas de manejo propuestos para las cuatro calidades de sitio existentes para la especie en la región (Tabla 5). En este caso los valores de IS_{20} corresponden a la altura dominante del rodal a la edad de 20 años tomada a la altura del DAP (1,3 m). Para dar una referencia, en la Tabla 5, se presentan las edades totales aproximadas para cada clase de sitio, cuando la edad a la altura del pecho es de 20 años.

Tabla 5. Relación entre edad a la altura del pecho y edad total para cada clase de sitio de pino ponderosa en Patagonia.

Clase de sitio	Rango IS_{20} [m]	Edad al DAP [años]	Edad total aproximada [años]
I (Superior)	16,0 – 18,3	20	24
II (Buena)	13,6 – 15,9	20	24
III (Media)	11,2 – 13,5	20	25
IV (Pobre)	8,8 – 11,1	20	26

Los modelos de manejo propuestos tienen el objetivo de maximizar el crecimiento individual en diámetro de los árboles más valiosos, para producir materia prima aserrable y debobinable de alta calidad en los mejores sitios y aserrable en los sitios menos productivos. Para ello las densidades deben estar por encima del punto donde los árboles crecen libremente, pero por debajo del punto donde el sitio está completamente poblado y con un nivel de competencia que retrase significativamente el crecimiento individual. Para pino ponderosa, como se mencionó en el punto 3.4., estos valores variarán entre 500 y 700 de IDR (Gonda 2001). Para las proyecciones de crecimiento se utilizó la metodología propuesta por Andenmatten (1999) y Andenmatten *et al.* (2007).

Se propone aplicar un raleo a desecho, dejando 510 árb/ha, cuando el diámetro medio cuadrático (DMC) del rodal ronde los 8-9 cm y el de los árboles dominantes de la masa principal unos 10 cm. Dejando este número de árboles por hectárea, al momento de realizar el primer raleo comercial (cuando el IDR llegue a 700), los árboles a extraer tendrán un diámetro aproximado de 30 cm. En otras palabras mediante el raleo pre-comercial se deja una densidad tal que, en el menor tiempo posible, se obtengan productos con dimensiones aserrables. Los raleos posteriores se realizarán manteniendo el rango de manejo mencionado, en base al IDR (Gonda 2001).Con ello se trata de mantener, en todos los sitios, un desarrollo de la plantación evitando coberturas completas o excesivas, tratando por un lado, de conservar un sotobosque acompañante y por el otro de evitar la presencia de ramas muertas en el fuste comercial.

Los regímenes de poda propuestos, buscan obtener un cilindro central con defectos con un diámetro que no supere los 20 cm. El régimen irá variando según la calidad de sitio, tanto en la altura alcanzada como en la frecuencia de las operaciones. En las mejores calidades, clases I a III, el régimen será de tres levantes con una altura de poda de entre los 4,5 y 5,2 metros, mientras que en la clase más pobre (IV) una sola operación hasta los 2,5 metros, sin mucha expectativa de producción de madera limpia.

En la primera poda se recomienda podar todos los individuos remanentes del raleo a desecho para disminuir el riesgo de propagación de incendio, e inclusive facilitar las tareas en el interior del rodal. En las podas sucesivas es suficiente podar los mejores árboles que compondrán la masa principal y que llegarán a la corta final (230 a 350 árb/ha) más un plus de resguardo (10 – 15 %).

En cuanto al momento óptimo de cosecha se utilizó un criterio financiero-tecnológico, es decir, se estimó para cada calidad de sitio el momento donde la plantación alcanza el máximo valor potencial del suelo (VPS) una vez superado un diámetro medio cuadrático de 45 cm, para asegurar un espesor de madera libre de nudos que justifique las intervenciones previas. En el caso de la clase de sitio IV, donde el objetivo no es producir madera limpia, se evitó que el turno superara los 45 años. A continuación se presentan los esquemas de manejo propuestos para cada una de las clases de calidad de sitio.

Clase de sitio I

En esta clase de sitio se propone realizar tres levantes de poda hasta llegar a los 5,2 m de altura (Tabla 6); un raleo a desecho junto con la primera poda y dos raleos comerciales. La producción en volumen total con corteza es de 722 m^3/ha (20 m^3/ha/año a los 36 años) (Tabla 7).

Tabla 6. Esquema de poda propuesto para la clase de sitio I.

Edad (años)	Tratamiento	Nº de árboles/ha a podar	DCM (cm)	Altura dominante (m)	Altura de poda (m)	DMSM (cm)
8	Primera poda	510	7,8	4,1	2,0	14,3
10	Segunda poda	300	13,2	6,0	3,5	13,4
12	Tercera poda	300	18,0	7,8	5,2	14,8

Tabla 7. Esquema de manejo propuesto para la calidad de sitio I.DCM es el diámetro cuadrático medio del rodal.

Edad (años)	Tratamiento	Nº de árboles /ha	DCM (cm)	Altura dominante (m)	Área basal (m^2/ha)	Volumen extraído (m^3/ha)	IDR
0	Plantación	1100	-	-	-	-	
8	Primera poda y raleo a desecho	900	7,7	4,1	4,14	5	
8	Post-raleo	510	7,8	4,1	2,44		
10	Segunda poda	510	13,2	6,0	6,97		
12	Tercera poda	510	18,0	7,8	12,98		
19	Primer raleo comercial	510	30,0	13,5	36,16	46	705
19	Post-raleo	350	30,6	13,5	25,82		501
24	Segundo raleo comercial	350	38,2	17,2	40,18	64	741
24	Post-raleo	240	39,0	17,2	28,66		526
36	Corta final	240	55,2	24,7	57,47	607	972

Clase de sitio II

En esta clase de sitio, con tres levantes de poda, solo se puede llegar a los 4,5 m de fuste podado, respetando las intensidades de poda máximas indicadas. Para llegar a los 5,2 m y obtener dos trozas debobinables, se debería realizar un cuarto levante, el cual actualmente no entra dentro del programa de promoción estatal (Tabla 8). Se propone un raleo a desecho junto con la primera poda y dos raleos comerciales. La producción en volumen total con corteza es de 577 m³/ha (15 m³/ha/año a los 38 años) (Tabla 9).

Tabla 8. Esquema de poda propuesto para la clase de sitio II (se propone un esquema de tres podas hasta los 4,5 m, con la posibilidad de una cuarta poda hasta los 5,2 m para obtener dos trozas debobinables).

Edad (años)	Tratamiento	Nº de árboles/ ha a podar	DCM (cm)	Altura dominante (m)	Altura de poda (m)	DMSM (cm)
8	Primera poda	510	7,8	3,8	2,0	14,3
11	Segunda poda	300	13,6	5,9	3,5	13,5
13	Tercera poda	300	17,5	7,4	4,5	14,5
15	Cuarta poda (opcional)	300	21,0	8,9	5,2	15,2

Tabla 9. Esquema de manejo propuesto para la calidad de sitio II.DCM es el diámetro cuadrático medio del rodal.

Edad (años)	Tratamiento	Nº de árboles /ha	DCM (cm)	Altura dominante (m)	Área basal (m²/ha)	Volumen extraído (m³/ha)	IDR
0	Plantación	1100	-	-	-	-	
8	Primera poda y raleo a desecho	900	7,7	3,7	4,14	5	
8	Post-raleo	510	7,8	3,8	2,44		
11	Segunda poda	510	13,6	6,0	7,41		
13	Tercera poda	350	17,5	7,4	12,27		
15	Cuarta poda (opcional)	510	21,0	8,9	17,66		
22	Primer raleo comercial	510	30,3	13,5	36,67	46	714
22	Post-raleo	350	30,8	13,5	26,18		508
28	Segundo raleo comercial	350	38,1	17,0	39,94	64	737
28	Post-raleo	240	38,9	17,0	28,48		523
38	Corta final	240	50,1	22,1	47,40	462	820

Clase de sitio III

En esta clase de sitio se propone realizar tres levantes de poda, hasta llegar a los 4,5 m de altura (Tabla 10). En este caso también se debería realizar una cuarta poda, a los 18 años, para llegar a los 5,2 m y producir dos trozas debobinables de 2,25m, sin embargo,

no existe aún información para definir o no la conveniencia de una cuarta poda en estos sitios. Se recomienda un raleo a desecho junto con la primera poda y dos raleos comerciales. La producción en volumen total con corteza, considerando lo que se extrae en los raleos más la corta final, es de 517 m³/ha, por lo tanto, la productividad sería de 11 m³/ha/año a los 48 años (Tabla 11).

Tabla 10. Esquema de poda propuesto para la clase de sitio III.

Edad (años)	Tratamiento	Nº de árboles/ha a podar	DCM (cm)	Altura dominante (m)	Altura de poda (m)	DMSM (cm)
10	Primera poda	510	9,1	4,0	2,0	15,6
13	Segunda poda	300	14,3	5,9	3,5	14,2
16	Tercera poda	300	18,3	7,5	4,5	15,1

Tabla 11. Esquema de manejo propuesto para la calidad de sitio III.DCM: diámetro cuadrático medio del rodal.

Edad (años)	Tratamiento	Nº de árboles /ha	DCM (cm)	Altura dominante (m)	Área basal (m²/ha)	Volumen extraído (m³/ha)	IDR
0	Plantación	1100	-	-	-	-	
10	Primera poda y raleo a desecho	900	8,9	4,0	5,62	6	
10	Post-raleo	510	9,1	4,0	3,31		
13	Segunda poda	510	14,3	5,9	8,19		
16	Tercera poda	510	18,3	7,5	13,41		
28	Primer raleo comercial	510	30,2	13,9	36,65	46	714
28	Post-raleo	350	30,9	13,9	26,17		507
36	Segundo raleo comercial	350	37,5	17,3	38,68	64	716
36	Post-raleo	240	38,3	17,3	27,59		509
48	Corta final	240	47,6	21,8	42,67	401	747

Clase de sitio IV

En esta clase de sitio se propone realizar una sola poda hasta los2,5 m de altura, junto con el raleo a desecho, con el fin principal de prevenirla propagación del fuego en caso de incendios y, además, obtener una primera troza de 2,5 metros que pueda producir madera libre de nudos en la transformación. Se propone realizar un solo raleo comercial. La producción en volumen total con corteza, considerando lo que se extrae en los raleos más la corta final, es de 298 m³/ha, por lo tanto, la productividad sería de 7 m³/ha/año a los 45 años (Tabla 12).

Tabla 12. Esquema de manejo propuesto para la calidad de sitio IV. DCM es el diámetro cuadrático medio del rodal.

Edad (años)	Tratamiento	Nº de árboles /ha	DCM (cm)	Altura dominante (m)	Área basal (m²/ha)	Volumen extraído (m³/ha)	IDR
0	Plantación	1100	-	-	-	-	
12	Primera poda y raleo a desecho	900	9,6	4,0	6,47	7	
12	Post-raleo	510	9,8	4,0	3,81		
36	Primer raleo comercial	510	30,2	13,6	36,5	46	711
36	Post-raleo	350	30,8	13,6	26,1		506
45	Corta final	350	36,0	16,3	35,6	245	666

Esquemas de manejo para pino oregón en distintas clases de sitio

Hay en la región modelos de manejo para la producción de madera para aserrado y debobinado, propuestos para pino oregón en diferentes calidades de sitio (Davel 2008). La región cordillerana de las provincias del Neuquén, Río Negro y Chubut, fue dividida en dos zonas de crecimiento para esta especie: Zona 1 que va de los 600 a los 1000 mm de precipitación media anual y Zona 2 que se encuentra por encima de los 1000 mm (Davel 1998). Los esquemas de manejo se establecieron por zona de crecimiento y dentro de cada zona por clases de sitio. Para la Zona 1 se establecieron dos clases de sitio: I (IS_{20}: 14 a 18) y II (IS_{20}: 10 a 14) y, para la Zona 2, tres clases de sitio: I (IS_{20}: 18 a 21), II (IS_{20}: 14 a 18) y III (IS_{20}: 10 a 14). Estos rangos se establecieron en base al *IS* ajustado por Davel y Ortega (2003) para esta región. En este caso el *IS* es la altura dominante del rodal a los 20 años de edad total (tomada en la base del árbol o a través de registros). Para las proyecciones de crecimiento se partió con datos de plantaciones reales y a partir de allí se simuló el crecimiento en base a la metodología propuesta por Andenmatten (1999) y Andenmatten *et al.* (2007), utilizando como función de sitio / altura dominante la propuesta por Davel y Ortega (2003). En los sitios de productividad media a alta el objetivo del esquema de manejo fue la producción de madera de calidad libre de nudos, en cambio en el sitio de más baja productividad (Zona 1 – clase de sitio II) el objetivo es la producción de madera con nudos para usos estructurales. Esta decisión de producir madera de calidad o no, en cada clase de sitio, se tomó sobre la base de un análisis económico (Davel 2008).

Los raleos se realizaron en base al IDR, estableciéndose un rango de manejo de 500 a 700, salvo en el sitio más pobre (Zona 1 – clase de sitio II) donde se manejó entre 400 y 600. En todos los sitios se propone un raleo a desecho o precomercial y dos raleos comerciales.

Las podas se definieron tratando de mantener un diámetro del cilindro con defectos constante a lo largo del fuste podado y realizando cada levante de poda hasta el 50 – 60 % de la altura total de cada árbol, hasta llegar a una altura de poda final de 5,2 - 6 m según la clase de sitio.

El turno financiero se definió como aquel que maximiza el valor potencial del suelo (VPS) pero se puso como limitante, en el caso de los esquemas con podas, que la troza podada alcanzara un diámetro de 50 cm, suficiente para la producción de madera libre de nudos (Davel 2008).

ZONA 1 - clase de sitio I

Este esquema incluye tres levantes de poda hasta llegar a los 5,2 m de fuste podado. Se propone un raleo a desecho junto con la primera poda y raleos posteriores manteniendo el IDR entre 500 y 700(Tablas 13 y 14). En este sitio y bajo este esquema de manejo, el volumen total producido (raleos + cosecha final) sería de 695 m³/ha (16 m³/ha/año).

Tabla 13. Esquema de poda propuesto para la Zona 1 – clase de sitio I (IS_{20}: 14 a 18).

Edad (años)	Tratamiento	Nº de árboles/ha a podar	DAP* medio (cm)	Altura dominante (m)	Altura de poda (m)	DMSM (cm)	DCD* aprox. (cm)
10	Primera poda	600	10,3	7,3	3,5	13,6	17,6
12	Segunda poda	300	14,2	9,1	4,5	13,6	17,6
13	Tercera poda	300	15,5	10,0	5,2	13,4	17,4

*DAP medio: diámetro promedio de los 300 árboles podados que llegarán al turno. DCD aprox.: teniendo solo en cuenta el proceso de cicatrización.

Tabla 14. Esquema de manejo propuesto para la Zona 1 – clase de sitio I (IS20: 14 a 18). DCM es el diámetro cuadrático medio del rodal.

Edad (años)	Tratamiento	Nº de árboles /ha	DCM (cm)	Altura dominante (m)	Área basal (m²/ha)	Volumen extraído (m³/ha)	IDR
0	Plantación	1100	-	-	-	-	
10	Primera poda y raleo a desecho	1000	8,67	7,3	5,91	6	
10	Post-raleo	600	10,0	7,3	4,68		
12	Segunda poda	600	12,4	9,1	7,25		
13	Tercera poda	600	13,5	10,0	8,64		
27	Primer raleo comercial	600	27,6	21,5	35,89	65	703
27	Post-raleo	350	31,3	21,5	26,99		503
36	Segundo raleo comercial	350	38,5	27,2	40,62	135	700
36	Post-raleo	230	40,7	27,2	29,92		502
44	Corta final	230	47,8	31,8	41,26	489	650

ZONA 1 - clase de sitio II

En este caso el objetivo es producir madera con nudos porque no sería rentable podar (Tabla 15). Se propone realizar una sola poda de prevención de incendios, hasta los 2,5 m de altura, junto con el raleo a desecho. Esto indirectamente nos daría una primera troza de 2,25 m libre de nudos. La producción en volumen total sin corteza, considerando lo que se extrae en los raleos más la corta final, es de 501 m³/ha, por lo tanto, la productividad sería de 11 m³/ha/año a los 42 años.

Tabla 15. Esquema de manejo propuesto para la Zona 1 – clase de sitio II (IS20: 10 a 14). DCM es el diámetro cuadrático medio del rodal.

Edad (años)	Tratamiento	Nº de árboles /ha	DCM (cm)	Altura dominante (m)	Área basal (m²/ha)	Volumen extraído (m³/ha)	IDR
0	Plantación	1100	-	-	-	-	
11	Poda y raleo a desecho	900	10,1	6,3	7,21	14	
11	Post-raleo	550	11,5	6,3	5,72		
27	Primer raleo comercial	550	26,5	17,7	30,33	71	603
27	Post-raleo	340	27,7	17,7	20,48		400
36	Segundo raleo comercial	340	35,7	23,1	34,02	84	602
36	Post-raleo	240	37,1	23,1	25,89		430
42	Corta final	240	43,0	26,2	34,85	332	570

ZONA 2 - clase de sitio I

En todas las clases de sitio de la zona 2 el objetivo es producir madera de calidad libre de nudos. En este caso se deben realizar tres levantes de poda para llegar a los 6 m de fuste podado (Tablas 16 y 17). La productividad para ésta, que es la mejor clase de sitio, sería de 31 m³/ha/año a los 32 años, resultante de los 969 m³/ha producidos en los raleos más la corta final. De esta clase de sitio hay muy poca superficie disponible para plantar, debido a que casi la totalidad de la superficie se encuentra ocupada por bosque nativo.

Tabla 16. Esquema de poda propuesto para la Zona 2 – clase de sitio I (IS_{20}: 18 a 21).

Edad (años)	Tratamiento	Nº de árboles/ha a podar	DAP* medio (cm)	Altura dominante (m)	Altura de poda (m)	DMSM (cm)	DCD* aprox. (cm)
8	Primera poda	600	11,6	6,1	3,4	15,4	19,4
10	Segunda poda	300	14,8	8,2	4,5	14,6	18,6
12	Tercera poda	300	17,8	10,5	6,0	15,6	19,6

*DAP medio: diámetro promedio de los 300 árboles podados que llegarán al turno. DCD aprox.: teniendo solo en cuenta el proceso de cicatrización.

Tabla 17. Esquema de manejo propuesto para la Zona 2 – clase de sitio I (IS_{20}: 18 a 21). DCM es el diámetro cuadrático medio del rodal.

Edad (años)	Tratamiento	Nº de árboles /ha	DCM (cm)	Altura dominante (m)	Área basal (m²/ha)	Volumen extraído (m³/ha)	IDR
0	Plantación	1100	-	-	-	-	
8	Primera poda y raleo a desecho	1025	9,42	6,1	6,81	26	
8	Post-raleo	600	10,5	6,1	5,23		
10	Segunda poda	600	13,3	8,2	8,36		
12	Tercera poda	600	16,0	10,5	12,03		
19	Primer raleo comercial	600	27,5	20,0	35,65	96	700
19	Post-raleo	390	29,2	20,0	26,11		500
24	Segundo raleo comercial	390	36,1	26,1	39,92	131	703
24	Post-raleo	230	40,7	26,1	29,92		502
36	Corta final	230	51,2	34,3	47,39	716	727

ZONA 2 - clase de sitio II

En este sitio también se deben realizar tres levantes de poda para cumplir con el objetivo de llegar a los 6 m de fuste podado (Tablas 18 y 19). La productividad para este sitio y bajo este esquema de manejo sería de 26 m³/ha/año a los 38 años, resultante de un volumen total producido de 952 m³/ha.

Tabla 18. Esquema de poda propuesto para la Zona 2 – clase de sitio II (IS_{20}: 14 a 18).

Edad (años)	Tratamiento	Nº de árboles/ha a podar	DAP* medio (cm)	Altura dominante (m)	Altura de poda (m)	DMSM (cm)	DCD* aprox. (cm)
11	Primera poda	600	11,4	7,6	3,4	15,1	19,1
13	Segunda poda	300	15,1	9,6	4,8	14,2	18,2
15	Tercera poda	300	17,6	11,5	6,0	15,1	19,1

*DAP medio: diámetro promedio de los 300 árboles podados que llegarán al turno. DCD aprox.: teniendo solo en cuenta el proceso de cicatrización.

Tabla 19. Esquema de manejo propuesto para la Zona 2 – clase de sitio II (IS_{20}: 14 a 18).DCM es el diámetro cuadrático medio del rodal.

Edad (años)	Tratamiento	Nº de árboles /ha	DCM (cm)	Altura dominante (m)	Área basal (m²/ha)	Volumen extraído (m³/ha)	IDR
0	Plantación	1100	-	-	-	-	
11	Primera poda y raleo a desecho	900	9,60	7,6	6,51	22	
11	Post-raleo	600	11,3	7,6	6,05		
13	Segunda poda	600	13,8	9,6	8,96		
15	Tercera poda	600	16,1	11,5	12,28		
24	Primer raleo comercial	600	27,5	21,0	35,65	81	700
24	Post-raleo	380	29,9	21,0	26,62		506
30	Segundo raleo comercial	380	36,6	27,3	39,97	131	700
30	Post-raleo	240	39,8	27,3	29,84		506
38	Corta final	240	50,5	35,4	48,03	718	741

ZONA 2 - clase de sitio III

En esta clase de sitio también se consideran tres levantes de poda para poder llegar hasta los 5,2 m de fuste podado (Tablas 20 y 21). Bajo estas condiciones la producción total, al turno de corta, sería de 770 m³/ha (18 m³/ha/año).

Tabla 20. Esquema de poda propuesto para la Zona 2 – clase de sitio III (IS_{20}: 10 a 14).

Edad (años)	Tratamiento	Nº de árboles/ha a podar	DAP* medio (cm)	Altura dominante (m)	Altura de poda (m)	DMSM (cm)	DCD* aprox. (cm)
11	Primera poda	600	12,0	5,8	3,0	15,9	19,9
13	Segunda poda	300	14,5	7,3	4,0	14,9	18,9
15	Tercera poda	300	16,4	8,9	5,2	15,1	19,1

*DAP medio: diámetro promedio de los 300 árboles podados que llegarán al turno. DCD aprox.: teniendo solo en cuenta el proceso de cicatrización.

Tabla 21. Esquema de manejo propuesto para la Zona 2 – clase de sitio III (IS_{20}: 10 a 14). DCM es el diámetro cuadrático medio del rodal.

Edad (años)	Tratamiento	Nº de árboles /ha	DCM (cm)	Altura dominante (m)	Área basal (m²/ha)	Volumen extraído (m³/ha)	IDR
0	Plantación	1100	-	-	-	-	
11	Primera poda y raleo a desecho	1000	11,2	5,8	9,91	16	
11	Post-raleo	600	12,0	5,8	6,77		
13	Segunda poda	600	13,9	7,3	9,09		
15	Tercera poda	600	15,8	8,9	11,69		
24	Primer raleo comercial	600	27,5	19,2	35,63	92	700
24	Post-raleo	370	30,0	19,2	26,15		497
30	Segundo raleo comercial	370	37,2	25,3	40,21	111	700
30	Post-raleo	250	38,5	25,3	29,10		500
38	Corta final	250	46,4	32,2	42,17	551	643

MANEJO DE PLANTACIONES ADULTAS QUE CARECEN DE INTERVENCIONES SILVÍCOLAS

En la región que abarca el Manual son numerosas las plantaciones que han pasado la etapa juvenil sin ninguna intervención silvícola y, en los últimos años, a muchas de ellas se les han aplicado las primeras intervenciones, básicamente de raleo.

Hay varias razones por las cuales intervenir tardíamente en una plantación pasada en edad. Las principales son tres: mejorar la prevención en caso de incendios, disminuir el riesgo de ser atacada por plagas y/o enfermedades y finalmente, promover una mejor producción final.

Es muy posible que todas estas plantaciones tengan, por los distanciamientos de plantación usuales, densidades elevadas, doseles cerrados y con niveles de competencia que ya han producido la muerte de las ramas basales en el fuste principal. Además, el cierre ha provocado la eliminación de toda vegetación natural del sotobosque (Figura 28).



Figura 28. Plantación de pino oregón de 19 años de edad, plantada a 2 m x 2 m y sin manejo.

¿QUÉ HACER CON ESTAS MASAS?

En estas situaciones, los dos tratamientos recomendados son la poda y el raleo. Dada la cantidad de situaciones que se pueden tener, una clasificación por clases de edad podrá ayudar a tomar la mejor decisión para cada una. El objetivo para todas ellas es intentar recuperar la producción maderable a la cosecha; ninguna de ellas tendrá la chance de producir madera limpia:

a) **masas con edades entre 15 y 20 años, con alturas superiores a 10 metros**: dependiendo de la calidad de sitio, son plantaciones que todavía pueden recuperar su mejor estado de producción potencial.

b) m**asas con edades entre 20 y 25 años, con alturas superiores a 15 metros**: masas inmaduras con densidades elevadas y muy cerradas. Fustes con abundantes ramas muertas. La vegetación natural del sotobosque se perdió.

c) **masas con edades mayores a 25 años, con alturas superiores a 15 metros**: masas de altísimas densidades, presencia de mortalidad y fustes con abundantes ramas muertas hasta alturas casi comerciales. La vegetación natural del sotobosque se ha perdido.

Masas de 15 a 20 años y alturas superiores a 10 metros

Estas masas todavía tienen la posibilidad de encauzar su manejo y producir fustes sin mucha proporción de ramas muertas en la cosecha.

Poda baja de 2,5 - 3metros. Ello favorecerá una troza basal con menor proporción de ramas muertas y disminuirá los riesgos de propagación del fuego en caso de incendios. Raleo combinando sistemático y por lo bajo puede ayudar a dejar una densidad acorde a la calidad de sitio y los regímenes establecidos previamente. Según el sitio y la edad de la plantación este raleo podría producir material comercializable. La plantación puede ser raleada bajando la densidad para que el fuste potencialmente comercial mantenga las ramas vivas (IDR de 400 – 500) y luego programar un raleo más comercial, que busque mantener la condición anterior, en lo posible encauzando el manejo según los regímenes dados anteriormente. El turno buscará maximizar la producción maderable.

Masas con edades entre 20 y 25 años y alturas superiores a los 15 metros

En estas plantaciones se recomienda dejar, en el raleo, árboles remanentes dominantes y estables.

El fuste posee ramas muertas en gran proporción del mismo, la **poda baja** con fines de protección tendrá pocas chances de mejorar la producción de la troza basal ya que la misma aportará poca proporción de madera sin ramas muertas. Solo se justifica la poda para disminuir el riesgo de propagación de incendios y facilitar la circulación y las operaciones dentro del rodal.

La plantación puede programarse para dos raleos, según su condición, buscando dejar árboles remanentes dominantes y estables. Un primer **raleo** sistemático producirá posiblemente algún producto comercializable, y su combinación con un raleo por lo bajo ayudará a dejar un número suficiente de individuos de buena forma para poder seleccionar, en un segundo raleo, aquellos que arriben al turno. El primer raleo puede realizarse bajando el IDR a 500 y luego manejarla plantación en un rango de 500 a 700, con un segundo raleo, para luego esperar el turno de corta que favorezca la producción maderable.

Masas con edades mayores a 25 años y alturas superiores a los 15 metros

El fuste basal tendrá ramas muertas y posiblemente muchas de ellas se hayan perdido por rotura, la poda basal debe evaluarse desde el punto de vista de la prevención y facilidades operativas para trabajar en el rodal. En casos de plantaciones de edades avanzadas y altas densidades, es probable que las ramas basales, muertas, se hayan perdido, de manera que la poda baja con objetivos de protección, posiblemente no sea necesaria.

La condición (calidad de sitio y densidad) y la edad de la plantación determinarán las posibilidades de programar una o dos cortas intermedias y poder arribar a la cosecha en el mejor estado productivo posible. Los fustes tendrán una gran proporción de ramas muertas y las copas verdes serán pequeñas, aún las de los árboles dominantes. Ello implica ser cuidadosos con la intensidad del raleo a aplicar, puesto que la estabilidad de los árboles estaría comprometida y, en el caso de bajar demasiado la densidad actual, los árboles remanentes podrían ser volteados o quebrados por el viento y la nieve. Esta condición es más severa en plantaciones de pino oregón.

En estas situaciones se debe analizar cada caso, teniendo en cuenta el estado de los árboles a dejar (relación diámetro – altura, vigor) y las condiciones del sitio (lugares muy expuestos al viento o protegidos, suelos profundos o no). Los árboles que permanecerán deben ser siempre los más estables. El **raleo**, para ambas especies, podrá ser sistemático combinado con un raleo por lo bajo en las filas remanentes.

En el caso de plantaciones de pino oregón muy densas (IDR>1200), en las peores situaciones, como árboles remanentes finos y muy altos, lugares muy expuestos al viento y suelos con menos de 1 m de profundidad, no convendría bajar el IDR, en esta primera intervención, a más de la mitad del valor actual y ver cómo responde la plantación en los 2-3 años siguientes. Si el IDR es menor a 1200 se realizará un raleo bajando el IDR a 500 y luego manteniendo la plantación en el rango de manejo (500 a 700).

En el caso de plantaciones de pino ponderosa, siempre que se dejen árboles dominantes y estables, puede analizarse la opción de dejar con un solo raleo una densidad adecuada para llegar al turno. En aquellas plantaciones con árboles más estables, se puede evaluar un programa de dos raleos, donde en el primero se aproxima la densidad a un IDR de 500, mientras que el siguiente se puede programar cuando este alcance un valor de 700-800, para dejar en pie la masa principal que llegará al turno de corta.

ESQUEMA DE MANEJO PARA SISTEMAS SILVOPASTORILES CON PINO PONDEROSA

Los sistemas silvopastoriles son sistemas mixtos de producción que combinan, a nivel de predio, la actividad ganadera con la forestal. Los campos ganaderos de la pre-cordillera o del ecotono bosque-estepa de la región andinopatagónica (500-800 mm precipitación anual), en general, presentan menos del 10% de su superficie cubierta por zonas de alta productividad forrajera (mallines con 4000-7000 kgms/ha). El resto de la superficie está representada por pampas altas de coirón blanco o dulce (*Festuca pallescens*) y estepas graminosas y/o arbustivo graminosas con productividades que pueden variar, dependiendo de su estado de conservación y posición en el terreno, entre 300 y 3000 kgms/ha. La actividad forestal basada en coníferas exóticas, especialmente pino ponderosa, utiliza estos últimos ambientes de menor productividad. Para que la producción ganadera que desarrollan estos campos se pueda dar de manera simultánea con la actividad forestal, conformando un sistema silvopastoril (Figura 29), es necesario que perdure el pastizal natural y que mantenga su nivel de producción forrajera.

Estudios ecofisiológicos realizados sobre coirón blanco, la especie graminosa con mayor presencia en la dieta de todos los tipos de ganado, indican que se puede aclimatar a las condiciones de crecimiento bajo cobertura de pino ponderosa. El umbral crítico de cobertura arbórea por sobre el cual se produce la muerte de individuos es del 70%. Manteniendo el nivel de cobertura arbórea fluctuando entre el 30 y 50% llega al suelo luz y agua suficiente para que el coirón blanco se pueda desarrollar correctamente (Caballé 2013). Por tal motivo, se deben aplicar podas y raleos a lo largo del turno de corta forestal con el fin de no sobrepasar este umbral crítico y mantener el nivel de cobertura arbórea próximo al 50%.



Figura 29. Sistema silvopastoril con pino ponderosa, pastizal de coirón blanco y ganado bovino Hereford, Ea. Los Peucos, Neuquén.

A manera orientativa, en la Figura 30 se muestra la relación existente entre el porcentaje de cobertura arbórea y los metros lineales de copa viva por hectárea de pino ponderosa. A partir de esta relación, tomando datos de inventario de altura total de los árboles y altura de inicio de copa, se pueden calcular en base a la densidad de la plantación, los metros lineales de copa viva, y a partir de ese dato estimar el nivel de cobertura arbórea. Valores entre 1700 y 2000 m/ha de copa viva darían como resultado una cobertura arbórea próxima al 50%. Si se sobrepasa este valor se podrá optar por un nuevo levante de poda o por un nuevo raleo para no resentir la producción forrajera y viabilizar el sistema silvopastoril.

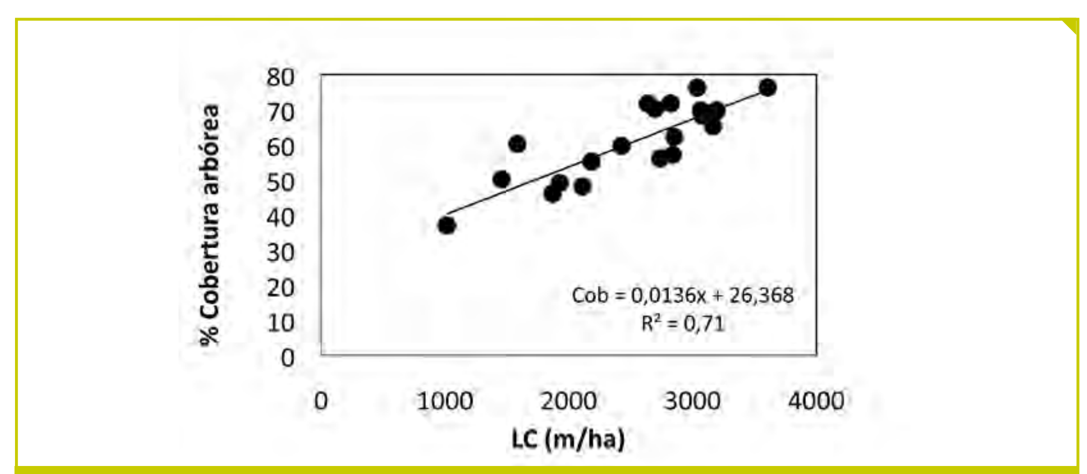


Figura 30. Relación entre el porcentaje de cobertura arbórea y largo de copa viva (LC m/ha) para pino ponderosa. El valor de referencia 50% de cobertura representa aproximadamente 1700 m/ha de copa viva.

Utilizando los metros lineales de copa viva por hectárea como valor referencia para mantener el nivel de cobertura arbórea, se pueden obtener algunas simulaciones de manejo para tener de referencia (Letourneau *et al.* 2011). En una calidad de sitio I, iniciando el ciclo con 800 árboles/ha, el turno de corta o momento de cosecha final se daría a los 35 años de edad con una densidad final de 120 árboles/ha y un DAP promedio de 45 cm. Incluyendo los raleos, la producción total sería de 266 m^3/ha de los cuales 239 m^3/ha deberían ser maderables (más de 20 cm de diámetro en punta fina). Se debería realizar un primer levante de poda a los 5 años (pre-poda) y luego tres podas cada dos años entre los 8 y 12 años. Coincidente con la segunda poda se ejecutaría el primer raleo a desecho y luego a los 16 años el raleo comercial (Tabla 22). Si la calidad de sitio fuera inferior, a la misma edad, en una calidad de sitio II se producirían 220 m^3/ha, llegando al turno con 150 árboles/ha y en una calidad de sitio III, 157 m^3/ha con 160 árboles/ha (Tablas 23 y 24).

Claramente, con el fin de mantener un dosel abierto durante toda la rotación, es necesario resignar producción de madera respecto a una producción puramente forestal. En contrapartida, luego de un período inicial de 4 a 8 años de exclusión del ganado para evitar daños sobre los árboles, se podrían generar ingresos anuales por venta de productos de origen animal durante el resto del turno de corta, es decir, para el ejemplo anterior, durante 25 años se podrían combinar la actividad ganadera y forestal.

Tabla 22. Simulación de manejo silvopastoril para pino ponderosa en calidad de sitio I. Durante todo el ciclo de corta se mantiene la cobertura arbórea próxima al 50%.

Operación	Edad (años)	DAP (cm)	Alt. dom. (m)	Nº árb/ha		IDR	Producción en volumen (m^3)		
							Pf 14cm	Pf 20cm	Pf 30cm
Plantación	---	---	---	800			---	---	---
Pre-poda: 1 m	5	7,1	1,8	680	---	72	---	---	---
1º poda: 2,5 m (350 árb)	8	11,9	4,1	680	---	184	---	---	---
2º poda: 3,5 m (150 -170 árb) Pre-raleo	10	15,0 15,7	5,8	68035 0	Pre-corta Post-corta	277 154	6	---	---
3º poda: 4,5 m (150-170 árb)	12	19,6	7,5	350	---	228	---	---	---
Raleo (comercial)	16	26,4 28,8	11,0	35012 0	Pre-corta Post-corta	386 154	16	32	
Corta final	35	47,0	22,7	120	Cosecha	521	5	20	187
							27	**52**	**187**

Tabla 23. Simulación de manejo silvopastoril para pino ponderosa en calidad de sitio II. Durante todo el ciclo de corta se mantiene la cobertura arbórea próxima al 50%.

Operación	Edad (años)	DAP (cm)	Alt. dom. (m)	Nº árb/ha		IDR	Producción en volumen (m³)		
							Pf 14cm	Pf 20cm	Pf 30cm
Plantación	—	—	—	800			—	—	—
Pre-poda: 1 m	6	7,5	2,0	690	—	82	—	—	—
1º poda: 2,5 m (400 -690árb)	8	10,3	3,3	690	—	144	—	—	—
2º poda: 3,5 m (400 árb)	11	14,3	5,4	690	—	258	—	—	—
3º poda: 4,5 m (180-200 árb)	13	16,8	6,9	690	Pre-corta	342	11	—	—
Pre-raleo		17,4		400	Post-corta	211			
Raleo (comercial)	18	24,2	10,4	400	Pre-corta	378	19	23	
		26,1		150	Post-corta	162			
Corta final	36	41,0	19,3	150	Cosecha	463	7	29	132
							37	**52**	**132**

Tabla 24. Simulación de manejo silvopastoril para pino ponderosa en calidad de sitio III. Durante todo el ciclo de corta se mantiene la cobertura arbórea próxima al 50%.

Operación	Edad (años)	DAP (cm)	Alt. dom. (m)	Nº árb/ha		IDR	Producción en volumen (m³)		
							Pf 14cm	Pf 20cm	Pf 30cm
Plantación	—	—	—	800			—	—	—
Pre-poda: 1 m	7	7,8	2,0	690	—	90	—	—	—
1º poda: 2,2 m (400árb)	10	11,5	3,3	690	—	177	—	—	—
Pre - raleo	13	14,9	5,7	690	Pre-corta	278	5	—	—
		15,4		400	Post-corta	170			
Raleo (comercial)	17	24,2	10,4	400	Pre-corta	280	22	—	
		26,1		160	Post-corta	133			
Corta final	36	41,0	19,3	160	Cosecha	420	8	32	90
							35	**32**	**90**

BIBLIOGRAFÍA

Andenmatten E., M. Rey y F. Letourneau 1995. Pino oregón (*Pseudotsuga menziesii* (Mirb) Franco). Indice de densidad de Reineke para la región Andino Patagónica. *En Actas*: IV Jornadas Forestales Patagónicas. 24-27 Octubre. *Editado por* Asentamiento Universitario San Martín de los Andes. Neuquén. Universidad del Comahue. Argentina. Tomo I: 229-233.

Andenmatten E. 1999. Proyección de tablas de rodal para pino oregón en la región Andino Patagónica de las provincias de Chubut y Río Negro, Argentina. Tesis para optar por el grado de Magíster en Ciencias Mención Manejo Sustentable de Recursos Forestales. Universidad Austral de Chile, Valdivia. 62 p.

Andenmatten E, H.Fassola, F.Letourneau, P.Ferrere yE. Crechi 2003. Predicción de diámetro sobre muñones en *Pinus taeda* L. origen marion mediante curvas de perfil de fuste. Revista de Investigaciones Agropecuarias 31(3): 103-118.

Andenmatten E., F. Letourneau y E. Getar 2007. Piltriquitrón 1.0. Simulador para el procesamiento de parcelas forestales. INTA EEA Bariloche – Campo Forestal Gral. San Martín. SAGPyA. Simulador en Excel.

Caballé G. 2013. Efecto interactivo de la defoliación del estrato herbáceo y la cobertura del estrato arbóreo sobre el crecimiento del estrato herbáceo en sistemas silvopastoriles. Tesis Doctoral. EPG-FAUBA-UBA.130 p.

Chauchard L. 2005. Modelo de poda para pino radiata. Nota Técnica. Diputación Foral de Guipúzcoa. 39 p.

Chauchard L. y E. Andenmatten 2007. Simulación de la poda para la predicción de madera limpia. *En Actas*: Ecoforestar 2007. Primera reunión sobre forestación en la Patagonia. 25 al 27 de abril. *Editado por* CIEFAP. Esquel. Chubut. Argentina. p 387 - 391

Chauchard L. 2009. Poda en plantaciones. Apuntes Seminario, inédito. AUSMA, San Martín de los Andes. 15 p.

Chauchard L. 2012. Esquemas silvícolas para plantaciones de pino ponderosa en el noroeste de la Patagonia, Argentina. Producción Forestal, Buenos Aires, Año2 N°4: 7-12

Chauchard L., M. Olalde, J. Oria Alústiza, L. ZelaiaJuaristi, V. Dorronsoro Mintegui, I.UrbizuTellería, J. Erauskin Garmendia y R. Hurtado Arrizabalaga 2013. Funciones de variables de poda para Pino radiata en el País Vasco, España. *En Actas*: 6° Congreso Forestal Español, Vitoria, España: 6CFE01-173, 16 p.

CIEFAP- FUNDFAEP 2015. Evaluaciones Ambientales Estratégicas y Programa de Monitoreo de la Biodiversidad en las plantaciones de la región Patagonia Andina. UCAR. Proyecto de Conservación de la Biodiversidad en Paisajes Productivos Forestales. GEF TF 090118. MAGyP. Informe inédito. 152 p.

Corvalán V.P. y J. Hernández P. 2006. Densidad de rodal. Facultad de Cs. Forestales. Universidad de Chile. Cátedra de Dasometría. 5 p.

Daniel P.W., U.E. Helms y F.S. Baker 1979. Principios de silvicultura. Editorial Mc Graw Hill. USA. 482p.

Davel M. 1998. Identificación y caracterización de zonas de crecimiento para pino Oregón en la Patagonia Andina Argentina. Tesis para optar por el grado de Magister Mención Manejo Sustentable de Recursos Forestales. Universidad Austral de Chile, Valdivia. 119 p.

Davel, M. y G. Trincado 2000. Evaluación de modelos fustales para *Pseudotsuga menziesii* en la Patagonia Andina Argentina. Rev. Investigación Agraria. Sistemas y recursos forestales. Vol. 9 (1): 103-108. España.

Davel M. y A. Ortega 2003. Productividad por zonas de crecimiento para pino oregón (*Pseudotsuga menziesii* (Mirb.) Franco) en la Patagonia Andina Argentina. Inves. Agr.: Sist. Recur. For. Vol. 12 (3). España.

Davel M., G. Salvador, E. Andenmatten, R. Manfrediy G. De María 2003. Evaluación de esquemas de poda en plantaciones de pino oregón (*Pseudotsuga menziesii* (Mirb.) Franco) en la Patagonia andina. Informe final proyecto PIA 51/98. Proyecto Forestal de Desarrollo, SAGPyA. 36p.

Davel M. 2008. Establecimiento y manejo del pino oregón en Patagonia. Manual Nº 9. CIEFAP. Esquel, Argentina. 148 p.

Davel M. 2013. Poda en plantaciones de *Pseudotsuga menziesii* en la Patagonia andina, Argentina. Revista Bosque 34 (2): 181-189. 2013. Chile.

Day R.J. y H.Gonda 1987. The crop planning method to improvetheyield of flash pine plantations in Misiones.*En Actas*: Simposio sobre silvicultura y manejo genético de especies forestales. CIEF. Buenos Aires, Argentina. Tomo IV: 116-133.

Defossé G.E., G. A. Loguercio, F. J. Oddi, J.C. Molina y P. D. Kraus 2011. Potential CO_2 emissions mitigation through forest prescribed burning: a case study in Patagonia, Argentina. Forest Ecology & Management. 2243-2254.

Fassola H, F. Rodríguez,D. Allegranza, A. Hernández, P. Ferrere, M. Durán y H. Reboratti. 1999. Resultados iniciales de tratamientos silvícolas directos en *Pinus taeda* origen Marion, en el NE de Corrientes. Informe Técnico Nº 22. INTA EEA Montecarlo. Misiones, Argentina. 9 p.

Fassola H.E, J. Fahler, J. Ferrere, D. Alegranzay J. Bernio 2003. Determinación del cilindro con defectos de rollizos podados de *Pinus taeda* L. y su relación con el rendimiento en madera libre de nudos. X Jornadas Técnicas Forestales y Ambientales. 26 -27 Sept – Facultad de Ciencias Forestales – UnaM – EEA Montecarlo INTA, Eldorado, Misiones.

Fassola H.E, D. Videla y J. Fahler 2005. Determinación del diámetro del cilindro con defectos y análisis tridimensional de propiedades internas en trozas podadas de *Pinus* caribaea var. Caribaea mediante técnicas de disección de corte plano. Informe Técnico Nº 58. INTA EEA Montecarlo. p 12.

Giménez A. 2013. Densidades máximas de tres especies forestales cultivadas en la Patagonia. Trabajo final para

el otorgamiento del título de Ingeniero Forestal. Facultad de Ingeniería. Universidad Nacional de la Patagonia San Juan Bosco. 46 p.

Gonda H.E. y C. Rechene 1993. A crop plan for the production of saw logs and veneer from naturally regenerated *Nothofagus pumilio* forest on medium quality sites in Chubut province, Argentina. *En Actas*: Internacional symposium on system analysis and management decisions in forestry. Valdivia, Chile. P 14-22.

Gonda H.E. y G.O. Cortés 1995 a. Poda baja de pino ponderosa en la Patagonia andina. Utilización de distintas herramientas, proceso de cicatrización y modelos preliminares. En IV Jornadas Forestales Patagónicas. 24 al 27 de octubre. *Editado por* Asentamiento Universitario. San Martín de los Andes. Neuquén. Argentina. Tomo I: 324-330.

Gonda H.E. y G.O. Cortés. 1995 b. Rendimiento de tareas de segunda poda realizadas con serrucho y dos tipos de motosierras de mango largo. *En Actas*: IV Jornadas Forestales Patagónicas. 24-27 Oct. *Editado por* Asentamiento Universitario. San Martín de los Andes. Neuquén. Tomo I. 318-323.

Gonda H.E. 2001. Manejo de pino ponderosa. Modelo preliminar para plantaciones en sitios de calidad media en la Patagonia andina.CIEFAP - Patagonia Forestal - Año VII Nº3: 7 – 10.

Gonda H.E. y G.O. Cortés. 2005. Efecto de la densidad sobre el crecimiento en un rodal mixto de pino ponderosa y pino jeffrey en Neuquén. *En Actas*: 3º Congreso Forestal Argentino y Latinoamericano. Corrientes. 9 p.

Gonda H.E. 2011. Manejo de pino ponderosa: modelo preliminar para plantaciones en sitios de calidad media en la Patagonia andina. Patagonia Forestal, XII (3): 7-10.

Gonda H.E., M. Davel y G. Rôo 2011. Silvicultura. Universidad Nacional de la Patagonia San Juan Bosco. 252 p.

Knowles R.L., G.G. West yA.R. Koehler 1987. Predicting "diameter over stubs" in pruned stands of Radiata pine. Ministry of Forestry, Forest Research Institute. Rotorua, New Zealand. Bulletin Nº 12.24 p.

Kurtz V.D. y R. Ferruchi2000. La poda como parte de la estrategia para la obtención de madera de calidad. Informe Técnico. INTA EEA Montecarlo. Misiones, Argentina. 21 p.

Lantschner V. y V. Rusch 2007. Biodiversidad en plantaciones forestales: ¿qué se sabe en el mundo? I reunión sobre forestación en la Patagonia. Esquel, Argentina. CIEFAP. p. 394 – 402.

Letourneau F. y E. Andenmatten 2000. Curvas de perfil de fuste, para la estimación de diámetros con corteza a distintas alturas, para pino ponderosa (*Pinus ponderosa* (Dougl) Laws.) INTA. Comunicación Técnica Nº 13.

Letourneau F.J, G. Caballé, E. Andenmatten y N. De Agostini 2011. Simulación del manejo silvícola en base a umbrales de cobertura en sistemas silvopastoriles compuestos por *Festuca pallescens* y *Pinus ponderosa*. Ciencia e Investigación Forestal. Instituto Forestal, Chile. Volumen 17 (3): 283 -298.

Letourneau F.J. y E. Andenmatten 2013. Aportes de la Silvicultura a la Calidad de Madera de Pino ponderosa. Seminario Taller: Proceso, Producto y Gestión de la Madera de pino ponderosa. 22 de Abril de 2013. San Carlos de Bariloche, Río Negro, Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria EEA Bariloche "Dr. Grenville Morris". Centro Regional Patagonia Norte.

Letourneau F.J., A. A. Medina, I.R. Andia, E. Andenmatten, N. De Agostini y N. Mantilaro 2014. Caracterización xilotecnológica de la madera de una plantación adulta de *Pinus ponderosa* de la Patagonia Argentina. Revista de Investigaciones Agropecuarias. 40 (2): 196 – 201.

Long J.N. 1985.A practical approach to density management.ForestryChronicle. p 23-27.

Meneses V.M. yR.J. Velazco 1992. Comportamiento del diámetro del cilindro con defectos en parcelas sometidas a diversos tratamientos de poda y raleo. *Pinus radiata*, investigación en Chile. Silvicultura, Manejo y Tecnología. UACH. Valdivia, Chile. p. 109-123.

Park J.C. y C.S.E. Leman 1983. A sawing study method for evaluating timber from pruned logs. FRI Bulletin Nº47. Forest Research Institute. New Zealand Forest Service. 16p.

Park J.C. 1989. Pruned log index. New Zealand Journal of Forestry Science. 19(1):41-53

Park J.C. 1994. Evaluating pruned sawlog quality and assessing sawmill recoveries in New Zealand. Forest Products Journal 44(4):43-52.

Park J.C. 1995. Split versus full taper sawing of pruned plantation-grown logs. New Zealand Journal of Forestry Science 25(2): 231-245.

Reineke L.H. 1933. Perfecting a stand density index for even-aged forests.Journal of Agricultural Research. 46: 627-638.

Rivera H.J. yM.G. Sobrazo1992. Efecto de raleo y poda extrema en plantaciones de pino radiata. *Pinus radiata*, investigación en Chile. Silvicultura, Manejo y Tecnología. UACH. Valdivia, Chile. p. 124 -134.

Rusch, V. y A. Vila 2007. La conservación de la biodiversidad en ambientes bajo uso productivo. I reunión sobre forestación en la Patagonia. Esquel, Argentina. CIEFAP. p. 47 – 55.

SavillP., J.Evans, J.Falck y D. Auclair. 1997. Plantation silviculture in Europe. Ed. Oxford Univ. Press. 308 p.

Smith D., B. Larson, M. Kelty y P.M. Ashton 1997. The Practice of Silviculture. Applied Forest Ecology. Ninth Edition. John Wiley & Sons Inc. 537 p.

Sutton W.R. yJ.B. Crowe 1975. Selective pruning of Radiata pine. New Zeland Journal Forestry Science 5(2): 171-195.

Todoroki C.L. 2003. Importance of maintaining defect cores. New Zealand Journal of Forestry Science 33(1): 25-34.

EL APROVECHAMIENTO FORESTAL

AUTORES: Pedro Pantaenius, Javier del Vas, Guillermo Melzner

Revisora: Sara Castañeda

10

APROVECHAMIENTO FORESTAL

Cómo se cita este capítulo:

Pantaenius P., J. del Vas, G. Melzner, S. Castañeda. 2015. El aprovechamiento forestal. Manual de Buenas Prácticas para el manejo de plantaciones forestales en el noroeste de la Patagonia. Editores: L. Chauchard, M.C. Frugoni, C. Nowak. Editorial Buenos Aires Cap. 10. p: 245-313



INTRODUCCIÓN

Entendemos por aprovechamiento forestal al conjunto planificado de actividades relacionadas con la corta, acceso, procesamiento, extracción, carga y transporte de productos madereros para su posterior transformación en la industria considerando sus efectos sobre el recurso natural y la sociedad.

La cosecha de las plantaciones de la Patagonia tiene en común las grandes distancias que las separan de los centros de consumo masivo. La provincia del Neuquén concentra63.000 hectáreas forestadas con importantes polos forestales de desarrollo, lo que, con una decisión política importante y una empresa semi-estatal rectora como CORFONE, trae aparejado la utilización de mayores niveles de inversión, respecto a las otras dos provincias.

En el noroeste patagónico existen algunas alternativas de destino para la producción de las plantaciones en las canchas de acopio de los parques industriales de algunas ciudades, como Junín de los Andes, donde se dispone de leña de coníferas, plantas de impregnación para postes, aserrío primario, secado y aserrío secundario con diversas moldureras.

Común a toda la región es la falta de destinos de los residuos forestales, tanto en la industria como en el bosque, por la falta de inversiones en plantas térmicas, alternativas para la generación de energía, presencia de industrias de síntesis entre otras alternativas.

PLANIFICACIÓN ESTRATÉGICA A LARGO PLAZO

En la región del noroeste de la Patagonia existen 101.200 hectáreas de plantaciones (Fuente: Tabla 1 Superficie Forestada. Argentina. Plantaciones Forestales y Gestión Sostenible. UCAR – MAGyP), de las cuales 31.500 están en Chubut, 6700 en Río Negro y 63.000 en Neuquén. Cabe destacar que algunas plantaciones se realizaron sin un plan de acceso y salida de caminos. La planificación del aprovechamiento debe ser una tarea ineludible de la fase previa a la plantación y parte del plan de manejo que debe elaborarse. Ello permitirá confirmar que la producción es extraíble, optimizar los recursos disponibles -incluyendo el análisis de cuándo es conveniente la construcción de las vías de acceso para toda operación- y de saca de la producción.

La planificación estratégica del aprovechamiento forestal involucra a varias escalas de análisis, la regional o de cuenca, la de paisaje y la local:

a) Nivel o escala regional o de cuenca: incluyen el análisis por nodo regional productivo y analiza la salida de la producción hacia los mercados reales o potenciales. Es un rol básicamente del Estado, sin embargo, todo propietario debe tenerlo en cuenta en el proceso de planificación de la inversión. Este análisis tiene implicancias productivas y de mercado, ecológicas y ambientales.

b) Nivel de paisaje: vincula a uno o varios propietarios en una determinada zona a través del o los caminos principales hacia el o los destinos de la producción. Tiene influencia sobre aspectos productivos, ecológicos y ambientales.

c) Nivel local: involucra a la propiedad y vincula el camino principal o primario con los secundarios y terciarios que conforman la estructura de circulación de la misma.

PLANIFICACIÓN OPERACIONAL TÁCTICA

INTRODUCCIÓN

Es importante tener registradas las capacidades disponibles de las comunidades locales a las tareas de cosecha previstas. Ello ofrecerá la posibilidad de generar un banco de trabajo que permita integrarlas al proceso de la producción forestal incluyendo las capacitaciones complementarias necesarias.

Además de las actividades de cosecha previstas, en una empresa pueden requerirse otras actividades transversales, que deben formar parte de las decisiones como lo son principalmente en la Patagonia aquellas vinculadas al tema prevención de incendios forestales. Entre ellas se p uede mencionar la necesidad de construcción y mantenimiento de determinados caminos internos para garantizar el acceso rápido con camiones al agua que puede estar dispuesta en cisternas estratégicamente ubicadas.

PLANIFICACIÓN DEL APROVECHAMIENTO FORESTAL

Seguridad e Higiene

“Un accidente es consecuencia de una suma de omisiones y defectos menores previos e ignorados. Nunca es producto de la mala suerte”

Como regla general todos los trabajadores forestales y sus superiores están alcanzados por las leyes:

- Ley Nacional Nº 20.744 de Contrato de Trabajo.
- Ley Nacional Nº26.727 de Contrato de Trabajo Agrario, sancionada en noviembre de 2011.
- Ley Nacional Nº 24.241 de Sistema Integrado de Jubilaciones y Pensiones SIJP.
- Ley Nacional Nº 19.587 de Higiene y Seguridad y su Decreto Reglamentario 351/79

- Ley Nacional N° 24.557 de Riesgos de Trabajo.

- Ley Nacional N° 23.551 de Asociaciones Sindicales y el Régimen de Asociaciones Profesionales de trabajadores y su Decreto N° 467/88.

- Decreto N°764/04 de la provincia del Chubut

En todas las etapas del aprovechamiento forestal se debe velar por contar con adecuadas condiciones de seguridad e higiene. Asimismo, se debe trabajar con el personal para que eviten actos inseguros que puedan provocar accidentes. Se recomienda la elaboración de Procedimientos de Trabajo Seguro. (Ver anexo Procedimiento Raleo a modo de ejemplo).

La Corta

Al elaborar un Plan Especial de Cortas para el manejo de las plantaciones, es importante asegurarse la venta de los productos forestales, de manera de garantizar su extracción rápida del campo. La planificación de las cortas y extracción de los productos debe incluir especificaciones claras de la época del año en que deben realizarse, ya que pueden aparecer enfermedades que afecten los resultados económicos. El caso más temido en los rollizos del genero *Pinus* es la “mancha azul”, que cuando se combina humedad y calor aparece en el término de 48 horas.

En Patagonia la mejor época para la cosecha es el verano teniendo en cuenta las restricciones por riesgo de incendio, pues durante el período invernal se combinan días fríos y cortos con frecuentes lluvias o nevadas que entorpecen las tareas de ingreso, trabajo y extracción maderera. El otoño y la primavera, como épocas de transición, alternan días buenos y malos, cuya frecuencia dependerá del año climático.

En forma apropiada para la escala e intensidad de la operación, debe existir una política para contratación, calificación y entrenamiento, que incluye capacidad y experiencia, asignación de responsabilidades, entrenamiento y promoción del personal en todos los niveles.

El productor forestal debe:

- Establecer procedimientos documentados para trazar y cuantificar los productos forestales desde su origen hasta el despacho.

- Planificar e implementar las operaciones forestales de manera de mantener inalterada la calidad y disponibilidad de los cursos hídricos.

- Incorporar los resultados de las evaluaciones periódicas de modo de mejorar las operaciones forestales en forma continua. La efectividad y eficiencia de la gestión forestal es regularmente evaluada y mejorada.

Las vías de saca

La estrategia de manejo forestal debe concentrarse en la prevención de los procesos de compactación del suelo productivo mediante la planificación temprana de las vías de saca (VS), entre otras variables. Uno de los aspectos negativos de la cosecha en forma de raleos es la compactación de los suelos al soportar el tránsito de vehículos. Permitir entrar al equipo de extracción hasta el pie de cada árbol apeado puede incrementar además notoriamente los daños a los árboles en pie. El peso del equipo, sumado al tipo de suelo y su estado de humedad generan una pérdida general del crecimiento, detectándose una relación lineal negativa entre la densidad aparente del suelo y la altura dominante de los árboles.

En tanto, la compactación sub-superficial afecta negativamente el crecimiento de los árboles en el orden de 10 a 20% (Fernández *et al.* 2001). Por ello, al igual que un horticultor crea senderos entre almácigos, los forestales diseñan VS en el terreno, las que se declaran zonas no productivas y que quedan reservadas al tránsito del equipo forestal para la elaboración y saca de los productos forestales a lo largo del turno de la plantación. El ancho y la separación de las VS deben ser adecuados para el tránsito normal del equipo, pudiendo ser entre un mínimo de 3 a 5 metros, lo más recto posible. Generalmente, las VS son transversales a las curvas de nivel y están separadas entre sí por 15mts para *forwarder* y 45 mts para uso de cabrestante, y a su vez, están conectadas en sus extremos por medio de curvas suaves. Se supone que en los raleos se sacan las peores piezas quedando los árboles más rectos y sanos, por lo que estos no deben ser lastimados.

De esta manera, solamente en las VS habrá compactación de suelos, si es que allí no se han adoptado medidas de mitigación como mantener un cúmulo de ramas que haga de "colchón amortiguador" evitando en gran medida la compactación por causa de la cosechadora y el *forwarder* que la sigue. En estos casos, si no hay otro obstáculo a considerar, el espaciamiento puede ser menor a 30 m. Puede establecerse una vía de saca aún más próxima: por ejemplo cada tercera línea (9 m) considerando la limitación del alcance de grúa, pareciéndose la intervención a un raleo sistemático.

Por otra parte, es importante tener en cuenta que el empleo de cosechadoras modernas que toman el árbol desde la vía de saca y lo traen delante de la máquina para desramar y trozar al borde de las mismas es una manera de suavizar la compactación.

De emplearse bueyes o caballos en la extracción, estos deberán también utilizar al máximo posible el trazado de las VS diseñadas para circular con máquinas porque sus cascos o pezuñas también compactan.

La extracción

Los sistemas de extracción pueden clasificarse en:

a) Sistema de acarreo

b) Sistema de arrastre

c) Sistema aéreo

Los sistemas de acarreo y arrastre pueden trabajar sobre terrenos hasta 30% de pendiente, mientras que los sistemas de cable aéreo requieren pendientes mayores a 30% para garantizar el fácil desplazamiento de un carro portante impulsado por la fuerza de gravedad.

Para el **sistema de acarreo** se requiere apear, desramar y trozar a pie del árbol apilando las trozas al alcance de las grúas forestales, muchas veces junto a la vía de saca o próximo a ellas. Luego son extraídas por acarreo con equipos mecanizados y apiladas separadas en las canchas de acopio según tipo de producto. La madera sale limpia y queda estibada en alturas de entre 3 a 5 metros hasta el momento de la carga al camión con grúas forestales.

Los **sistemas de arrastre** en cambio, implican apear y desramar direccionalmente *in situ*, dejando los fustes útiles lo más largos posible, para maximizar la capacidad de saca que siempre se realiza por arrastre empleando cables y/o garras. La saca puede efectuarse mediante el empleo de animales, un tractor con malacate y barra o un moto-arrastrador, que arrastra el material hacia la cancha en donde un motosierrista termina de trozar y apilar. Por lo general este sistema es más económico, pero implica disponer de más espacio en la zona de cancha y que las trozas contengan material contaminante como ser arena y piedras por efecto del arrastre, lo que repercute negativamente en el trozado y en el aserrado. Por otra parte si se trabaja en períodos de lluvias esta modalidad de extracción deja huellones en el terreno.

Los **sistemas de transporte aéreo** requieren, además de cierta pendiente, una planta motriz importante que recoge el cable tractor, mástiles de fijación para el cable portante, un número importante de anclas en mástiles intermedios y un carrito portador del material a sacar. Estos sistemas deben tener una planificación muy minuciosa para determinar en forma precisa los puntos de acopio y traza. Son sistemas de bajo rendimiento y aún no son empleados en Patagonia.

Una importante conclusión: mientras empleemos equipos de extracción por acarreo tendremos costos de saca generalmente mayores, pero el material extraído será más limpio para la industria. En los sistemas por arrastre los costos pueden ser menores pero queda implícita la posibilidad de que las trozas contengan material fino incrustado, como arena. En Patagonia se emplean ambos sistemas y son las industrias madereras las que deciden por uno u otro.

Las canchas de acopio o acanchaderos

La ubicación de las canchas de acopio debe ser tal que los equipos de descarga, carga y el camión tengan, si es posible, un piso soleado, aireado, nivelado y firme. El camión cargado al salir no debería enterrarse por falta de capacidad portante. Esto puede suceder en proximidades de mallines humedales, en los bajos donde se acumula humedad o a media loma por dificultades propias al camión en el arranque.

Las dimensiones de las canchas serán acordes a la zona de influencia de la misma y la frecuencia esperable de evacuación de los productos, que además sucederá en simultáneo con el movimiento interno de la cosecha hacia el acanchadero.

La ubicación y la intensidad de las canchas dependerán de los tipos de productos, volúmenes por hectárea a extraer y otras cuestiones operativas y ambientales, a saber:

- El sistema de aprovechamiento: el acarreo requiere menos espacio en cancha que el de arrastre.
- El volumen de la producción: a mayor volumen por hectárea más canchas.
- Los tipos de suelos: evitar suelo mallinoso.
- La topografía: se desaconseja ubicar canchas en fuertes pendientes.
- La red de drenaje: la cancha no la debe comprometer.
- La exposición máxima al sol: definirá de qué lado del camino conviene ubicar una cancha.

El campamento

Cuando el costo de traslado de los trabajadores al pueblo o ciudad es preocupante, se justifican los campamentos y estos deben ser portátiles. La ubicación será central al área de trabajo previsto con acceso al agua potable, siendo conveniente que el camino forestal llegue al campamento para el apoyo logístico. La ubicación puede ir cambiando con el avance de la cosecha y se procurará que siempre sea central respecto de todas las actividades que se están llevando a cabo, así, de esta manera, habrá equidistancias para el traslado a los diferentes frentes de trabajo.

Respecto a las condiciones que debe reunir el campamento forestal, este está reglamentado por el Régimen Nacional de Trabajo Agrario, aprobado por la Ley N° 22.248, el Decreto Reglamentario N° 563 del 24 de marzo de 1981, y sus modificatorios. También sigue vigente la reglamentación sobre Condiciones de Trabajo y Alojamiento para el sector rural contempladas en la Res. CNTA 11/11 (Ver anexo).A esta legislación debemos sumar el decreto 617/97 donde especifica las condiciones de seguridad e higiene en la actividad agraria, asimismo, establece las condiciones con las que tiene que contar un campamento (ver anexo).

En Patagonia el productor forestal no requiere emplear productos químicos para el normal manejo de sus plantaciones. En el caso de requerirlos se deberán seguir las siguientes recomendaciones:

- La orden técnica de aplicación de los “agroquímicos” la debe dar personal capacitado en el tema (Ing. Forestal y/o Ing. Agrónomo). Debe quedar por escrito, con la firma del profesional, la Orden Técnica donde se detalle el producto que se debe aplicar, la forma de aplicación, la dosis, momento y el tiempo de re-ingreso al sector donde se aplicó el producto.

- El transporte del agroquímico se debe realizar en su envase original, en un vehículo que tenga caja abierta y perfectamente sujetada a la misma.

- Los “agroquímicos” se deben guardar bajo llave y solo el encargado debe tener acceso a la misma. El depósito debe ser preferentemente construido con material sólido, ventilado, con piso de cemento, zócalo, techo material. Es recomendable, para los predios donde se manipula gran cantidad de productos, existan estanterías, mesada para fraccionamiento, elementos de medición y un sector de lavamanos, lavaojos y ducha de emergencia en el exterior. Los productos sólidos se almacenan en la parte superior de la estantería y los líquidos en la parte inferior.

- Siempre se deben seguir las indicaciones del marbete.

- El personal que participa en cada una de las etapas debe ser capacitado y entrenado para la correcta aplicación del producto y se le debe suministrar los Elementos de Protección Personal adecuados para la tarea.

- Se debe capacitar al personal en cómo actuar en caso de emergencia (intoxicación).

- Asimismo, tomar los recaudos necesarios para que, al momento de lavar el equipo de aplicación del producto y los EPP, no se contaminen fuentes de agua y el suelo.

Al desactivar o trasladar un campamento, no deben quedar residuos en el bosque.

OPERACIONES DE CORTA

Apeo y desrame

Las actividades de apeo y desrame se pueden realizar de dos maneras, con motosierra o con máquina cosechadora. Este último sistema se analizará con mayor detalle más adelante.

Para el trabajo con motosierra se realizan las siguientes recomendaciones:

- La entrada y salida de la zona a trabajar deberá contar con carteles apropiados, señales y cintas de peligro indicándose de manera clara el peligro de caída de árboles.

- Todo motosierrista deberá estar capacitado y habilitado en el uso y mantenimiento de la motosierra y demás accesorios requeridos para el apeo y limpieza (Figura 1).

- Es fundamental realizar un correcto mantenimiento y afilado de la motosierra para asegurar el normal funcionamiento de la misma (ver anexo Mantenimiento y Afilado de Motosierra).

- El motosierrista deberá trabajar acompañado por un ayudante. Ambos estarán equipados con indumentaria de protección: una chaqueta reflectante, jardinero, pantalón ó pernera con protector anti-corte, casco con visera y protector auditivo, borceguí vulcanizado antideslizante de caña alta con puntera de acero, lengüeta con anti-corte y guantes también con anti-corte. Por seguridad personal contarán con un silbato profesional para solicitar ayuda en caso de accidente.

- Las operaciones de apeo deberán efectuarse cuando las condiciones meteorológicas lo permitan. En condiciones de baja visibilidad, lluvia y/o viento intenso deben suspenderse las actividades.

- Antes del inicio de la actividad se cerciorará sobre la disponibilidad y el buen funcionamiento de los elementos y aditamentos de seguridad en la motosierra,tales como:

  - Amortiguadores.

  - Captor de cadena.

  - Bloqueador del gatillo del acelerador.

  - Freno.

  - Tela absorbente e impermeable de 1,5 por 1metropara repostar a la motosierra.

  - Bidón combinado para mezcla combustible y aceite de cadena.

  - Silbato profesional.

  - Kit 1º auxilios y kit de emergencia médica.

Para el apeo se respetará la marcación previa de árboles.

Deberá evaluarse cualquier riesgo que provoque la caída del ejemplar. No se apearán árboles de especies de valor especial, o sobre sitios frágiles o de valor particular. Se debe prever que los árboles cortados no queden enganchados en otros remanentes. No se debe cortar en cañadones profundos ni en áreas sensibles a proteger.
En el caso de estas situaciones de riesgo se debe suspender el apeo del ejemplar y consultar al responsable.

Cada árbol que se apee, debe tener garantizada su extracción.
Para el apeo de los arboles se debe seguir la técnica de apeo dirigido (Figura 2) que constan en el Anexo.



Figura 1. Carnet del motosierrista.



Figura 2. Apeo dirigido

Trozado y arrastre a la playa de acopio

El trozado de los árboles se realiza después del desrame a pie de árbol o en su defectolos fustes desramados son extraídos por el sistema de arrastre y llevados a una playa de acopio en un lugar conveniente junto al camino donde se termina la tarea del trozado.
Para el trozado es importante considerar:

- Las dimensiones estipuladas para la comercialización o para la industria transformadora, las cuales deben ser conocidas por los motosierristas.

- Controlar el corte del fuste en función de las dimensiones de uso y el estado del mismo, de manera de optimizar su utilización (Capacitación).

- El motosierrista debe estar equipado con elementos de seguridad previamente mencionados.

- Se debe señalizar el área de trozado con cartelería acorde y cintas adecuadas.

- Para lograr un correcto trozado es imprescindible definir los puntos de apoyo y decidir de qué lado la madera se encuentra bajo compresión de fibras, y cuál es el lado sometido a la tracción de fibras internas.

- Una vez definida la zona de compresión y tracción de la madera, el motosierrista se debe ubicar ladera arriba del fuste a trozar. Se comienza cortando un anillo del lado opuesto del motosierrista pasando por la zona del fuste en que las fibras están sometidas a compresión y terminado este corte del lado del operario. Se coloca una cuña en el corte, la zona sometida a compresión, y se realiza el corte del lado opuesto, es decir, la zona sometida a tracción. Este procedimiento permite que se separen gradualmente las fibras, evitando rajaduras.

- El ayudante de motosierrista, que marca el largo de las trozas, debe guardar una distancia de al menos dos metros del motosierrista. El ayudante debe estar equipado con elementos de seguridad: casco, protector auditivo, protector visual, guantes, chaqueta reflectante y botines con puntera de acero.

- Siempre que el motosierrista se desplace con la motosierra en marcha, la sierra debe estar bloqueada con el freno cadena.

- Se debe prestar especial atención a la ubicación de los rollizos para evitar que queden atrapados los miembros inferiores.

La Tabla 1 muestra las reglas métricas o dimensiones generales a considerar en Neuquén, Río Negro y Chubut.

Tabla 1. Dimensiones de rollizos, postes, varas y leña, según provincia.

PROVINCIA	PRODUCTO	LARGOS (m)	DIÁMETRO punta fina (cm)	OBSERVACIÓN
NEUQUÉN	ROLLOS	2,55	15	
		3,05 o >	18	Múltiplo en pie
	POSTES	2,20	15	
	VARAS	3 – 4 - 5	15	
	LEÑA	1	-	
RIO NEGRO	ROLLOS	3 – 3,50	20	Múltiplo en pie
	POSTES	2,20	15	
	VARAS	3 – 4 - 5	15	
	PUNTAL	2,5 - 3	20	
	LEÑA	1	30	
CHUBUT	ROLLOS	2,55	15	
		3,05 o >	18	Múltiplo en pie
	PUNTAL	2,5 - 3	20	
	POSTES	2,20	15	
	VARAS	3 – 4 - 5	15	
	LEÑA	0,3	-	

Corte, desrame y trozado por cosechadora o harvester

Ha ingresado en Neuquén en 2013un tándem de cosechadora y *forwarder* 8x8 (Figura 3) La cosechadora es una máquina que tiene dos bastidores articulados hidráulicamente entre sí,4 ruedas de alta flotación tractoras e iguales, es decir, 8 en total para toda la máquina.

El bastidor trasero está dotado de la planta motriz más una cabina vidriada en todas direcciones, insonorizada y climatizada para confort del operario.

El bastidor delantero, en cambio, dispone de una poderosa grúa hidráulica articulada con cabezal único de apeo y procesado. Con el mismo el operario efectúa el apeo, el desrame, el trozado y el clasificado de rollizos. Para ello el cabezal dispone de:

- Dos rodillos motorizados con alimentadores dentados móviles para el avance y retroceso del tronco.

- Dos brazos hidráulicos móviles tipo cuchillas y otro fijo que se adaptan al diámetro del tronco para sujetarlo en el momento de apeo y, al girar los rodillos, cortando a las ramas por cizalla como si fuera una máquina de afeitar.

- Una rueda dentada métrica de alta precisión que indica la distancia recorrida por los rodillos dentados a partir del punto inicial y visible en el tablero del operador. En base a la separación de las cuchillas y el avance de la rueda métrica, la computadora de abordo calcula el volumen y decide el tipo de rollizo en proceso.

- Una espada con cadena retráctil tipo motosierra impulsada por un motor hidráulico, que se emplea para apeo y trozado por decisión del operador o un programa electrónico instalado en la máquina.

Para que la cosechadora sea eficiente, las plantaciones deben estar en terrenos planos a ondulados con pendientes menores a 30%.

Los operarios elegidos requieren de conocimientos de medición maderera, habilidades técnicas en lo concerniente a hidráulica, computación básica, habilidad motriz, buenos reflejos para operaciones simultáneas con el joystick y espíritu crítico.

Descripción del puesto: nivel de visión óptima. Realizan movimiento fino digital repetitivo con los dedos, manos, brazos y pies. Permanecen en posición sentada durante al menos siete horas. Trabajan con niveles de ruido y vibraciones amortiguadas pero permanentes. Realizan mantenimiento elemental y solucionan fallas mecánicas simples. Óptima capacidad de reflejos. Apto en condiciones psicológicas para conducir aislado del equipo de trabajo previendo siempre posibles peligros exteriores. Los operadores del tándem deben acostumbrarse a trabajar en turnos que pueden llegar a la total disponibilidad horaria y de todos los días del mes.

Antes de partir debe abrocharse el cinturón, asegurarse de que no hay menores o personas no autorizadas en la cercanía al trasladarse o trabajar, caso contrario deberá detenerse. Alertarse ante altos ruidos. Prohibir la extracción en el área de apeo.

Los requisitos físicos por ende son más exigentes que para otros puestos y es muy difícil encontrar jóvenes locales que cumplan con todos estas exigencias prefiriéndose personas ya entrenadas en centros de capacitación como los de Uruguay y Misiones, o bien enviar candidatos locales para que se formen allí.

Es posible que la mecanización se siga expandiendo hacia otras superficies plantadas de Río Negro y Chubut en la medida en que se den las condiciones. Entonces, desde el punto de vista silvicultural es necesario diseñar las vías de saca en tiempos tempranos aunque se utilicen inicialmente otros sistemas menos mecanizados previendo un futuro diferente.



Figura 3. Cosechadora *Ponsse* en Neuquén.

OPERACIONES DE EXTRACCIÓN

Arrastre con animales

En Chubut, Río Negro y Neuquén aún se emplean bueyes para los movimientos de los productos forestales (Figura 4). Las principales limitaciones que tienen son los inconvenientes para arrastrar diámetros mayores a un metro y la realización del trabajo en pendientes muy pronunciadas. Las distancias de traslado no superan los 150 metros y las pendientes de arrastre deben ser cuesta abajo o en el peor de los casos a nivel. Dependiendo del tamaño de los árboles del rodal y la topografía, estos factores pueden limitar considerablemente el trabajo de arrastre y el rendimiento de los animales, provocando además un incremento de la densidad de caminos.

Debe cumplirse que:

- El bueyero cuente con borceguíes con puntera de acero, casco, guantes, yugo sano para animales, picana adecuada, coyundas y demás correaje de cuero enteros y firmes, aro con traba bien diseñado y cadena suficientemente larga con argolla o gancho.

- Los corrales estén separados del campamento por una distancia mínima de 50 m aguas abajo, con bebedero y comedero por separado. Para la rumia deben tener piso firme y seco, con cierto declive; los maderos del corral no tengan clavos sobresalientes, aristas punzantes, piedras filosas, ni cañas cortadas en bisel que puedan lastimar a los animales.

- Se realice el control del estado sanitario de los animales de trabajo y consumo a faenarse en el campamento, de manera de garantizar que no se transmitan enfermedades a la fauna silvestre. Se debe asegurar la sanidad de los suplementos dietarios que utilicen, teniendo en cuenta el posible ingreso en éstos de plagas y enfermedades.



Figura 4. Movimiento de productos forestales con bueyes.

Si bien este sistema de extracción se continúa usando, se encuentra en retroceso, ya que se circunscribe principalmente a situaciones puntuales en pequeñas plantaciones, en arrastres parciales con pendientes fuertes o bien en áreas con bosque nativo.

Arrastre y acarreo con maquinaria

Para el transporte por arrastre se puede emplear maquinaria como el tractor o moto-arrastrador (*Skidder*). El moto-arrastrador puede ser a cable o dotado de una grampa forestal. Una de sus particularidades es que además de extraer pendiente abajo también lo puede hacer hacia arriba, facilitando maniobras para el arrastre o acomodo en cancha . Su eficiencia mejora notablemente si arrastra piezas lo más largas posible, las que luego serán procesadas por un motosierrista en las playas de acopio según las especificaciones técnicas (Figura 5).



Figura 5.Tractor con cabrestante

Para la extracción por acarreo hacia el acanchadero, es usual el empleo de tractor y acoplado (Figura 6) o directamente el *forwarder* (Figura 7). Para la carga, se trozan los fustes a pie de árbol, teniendo en cuenta el largo de la plataforma de carga y la necesidad de alivianar el peso de los rollos en el momento de la carga.



Figura 6. Tractor con acoplado y grúa – Knolseisen – von Haniel



Figura 7. *Forwarder Ponsse*

Los responsables de dichos equipos deben asegurarse de que los operarios fueron debidamente entrenados en centros de formación autorizados y que han tenido en cuenta también aspectos de Seguridad & higiene (S&H), de haber leído detenidamente el manual del fabricante y de estar al tanto de las limitaciones de la máquina y sus capacidades.
Para el uso de cualquier maquinaria deben contemplarse las siguientes normas:

- Se deben cumplir y hacer cumplir las normas de S&H del trabajo en todo momento.

- Las operaciones de extracción deben suspenderse cuando los suelos están muy húmedos.

- Las máquinas solo deben circular por las vías de saca prescriptas y los caminos forestales internos, así como también tienen que respetar las áreas de ingreso en los acanchaderos. No debe ingresar a cursos de agua excepto en cruces designados y diseñados.

- Los operadores deben revisar diariamente sus vehículos y equipos al iniciar o finalizar el trabajo, haciendo los ajustes, reposiciones o reparaciones necesarias, en especial los sistemas de seguridad, mangueras, retenes, bombas y filtros hidráulicos. Es recomendable que los sectores más susceptibles a roturas como mangueras hidráulicas, se encuentren cubiertas con protectores para evitar derrames en caso de roturas accidentales.

- La carga de combustible se debe realizar con el motor parado, evitando fugas o excesos de material combustible.

- Los rodillos, poleas y cilindros que enrollan cables o levantan partes de la máquina, deben estar alineados y diseñados con el fin de evitar accidentes y lesiones.

- Ningún trabajador debe acercarse al área de peligro de una maquina en funcionamiento sin informar al operador de sus intenciones, debiendo recibir el visto bueno por parte de éste. Queda prohibido subirse en pisaderas, escalas, guardabarros, ejes, arcos u otro lugar que no sea el asiento para conducir cuando la máquina está en funcionamiento. Esto debe ser informado por escrito en un lugar visible.

- Los caños de escape deben disponer de arresta chispas, estar aislados y direccionados de modo tal que los gases emitidos no sean aspirados por los operarios al trabajar cerca de la máquina.

- Toda máquina forestal debe poseer estructuras protectoras para su operador, las que tendrán la fortaleza y tamaño adecuado para resistir el impacto de árboles, ramas o un eventual vuelco.

- Cuando se realice el transporte interno por acarreo, además de las previsiones del punto anterior, debe contemplarse la utilización de neumáticos de alta flotación cuando hay peligro de hundimiento en el terreno.

- Se deben concretar las medidas de remediación, mitigación o recuperación de suelos una vez finalizadas las tareas en las áreas que hayan sido alteradas, como las vías de saca, playa y caminos, además de reencauzar el agua para evitar la compactación, erosión, derrumbes y/o deslizamientos de suelos.

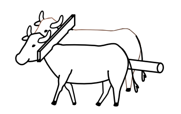
- No se trabajará en condiciones de suelo saturado, después de intensas lluvias y/o deshielo.

A continuación se presentan en forma esquemática las características, prestaciones y rendimiento de los diferentes sistemas de extracción (Tabla 2).

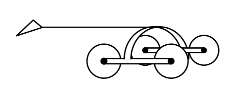
Tabla 2. Sistemas de extracción más utilizados en Patagonia.

PENDIENTE [%]	RALEO y TALA RASA	EQUIPO	Separación de las VS [metros]	RENDIMIENTO [m³/hora]
0 - 30	1º y 2º		50	3 - 4
0 - 20	Pre-comercial y 1º		15 a 50	1,4
0 - 20	1º y 2º		Sólo en la vía de saca	4 - 6
0 - 30	1º y 2º		Hasta 30	2,4 – 5,7
0 – 20	1º		Sólo en la vía de saca	5,1
0 - 15	Todos		De 0 al largo de alcance de la grúa	15 – 19
0 - 20 ó menos 35%, cuesta abajo	Todos		De 0 al largo de alcance de la grúa	17 – 26
Más de 20	Todos		De 9 a 27 promedio 18	2 – 4

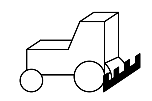
Descripción resumida:



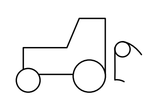
Yunta de bueyes con yugo: maderean o transportan por arrastre solo hacia abajo. Distancias de 0 a 250 metros.



Sulky manual con ruedas en bogie: origen Finlandia. La distancia depende del peso de la carga y el terreno. Complemento ideal del tractor con barra ranurada (Figura 8).

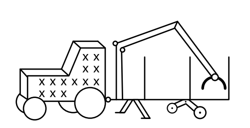


Tractor con barra ranurada: levanta sobre tocones y extrae rollizos en la VS hasta 500 metros.

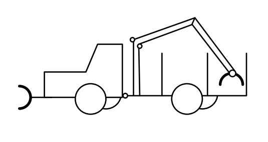


Tractor con malacate/cabrestante: Winch en inglés, permite desenrollar/enrollar un cable con el cual se ingresa manualmente entre las VS en un ángulo favorable ideal de 300 para extraer por arrastre los rolli-

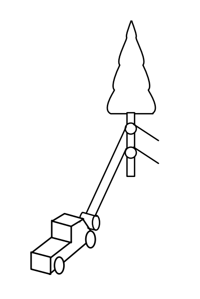
zos hasta la VS, donde se traspasa la carga a una barra ranurada y se extrae la carga en forma similar al ejemplo anterior.



Tractor con acoplado: se lo utiliza para la extracción de los rollizos ó leña. Es muy empleado en Patagonia porque también es útil para las tareas rurales en otros momentos del año. El método es lento y costoso porque la carga/descarga es manual y exige que el material a extraer este estibado en el borde de las VS.



Tractor agrícola 4x4 protegido, acoplado Bogie, grúa propia y estabilizadores laterales: hasta cierto punto tienen una prestancia similar a un *forwarder* pequeño. El acoplado, al no tener tracción, presenta inconvenientes de patinaje y peligro al vuelco por efecto tijera cuesta abajo.



Forwarder: es un tractor forestal articulado con 4 a 8 ruedas motrices, grúa con brazo telescópico, plataforma de carga, con diversas opciones que agiliza la carga, extracción y descarga por medio de una articulación central y una grúa hidráulica de peso y dimensiones adecuadas a la prestancia del conjunto. Su mayor peligro es el vuelco, por lo que debe encarar las pendientes de manera perpendicular, 20 % cuesta arriba y 35% cuesta abajo.

Tractor con doble tambor: permite el uso de cables aéreos para cargas suspendidas con utilización de un carrito va/viene y árboles mástil portadores del cable principal. El tiempo de montaje y las dificultades propias de un terreno abrupto encarecen y limitan su empleo.



Figura 8. Sulky manual.

OPERACIONES DE CARGA

Carga a camión

Tipos de carga empleadas en Patagonia:

- Carga manual o animal por medio de una rampa: en un lugar con un adecuado desnivel entre el terreno y el camino se coloca un plano inclinado o rampa de alimentación, por medio del cual, se hacen rodar los rollizos manualmente o con ayuda de bueyes y cable (Figura 9). Se debe prestar especial atención a esta tarea ya que son habituales los sobre esfuerzos y el aprisionamiento de extremidades. Para mover los rollizos se deben utilizar palancas.

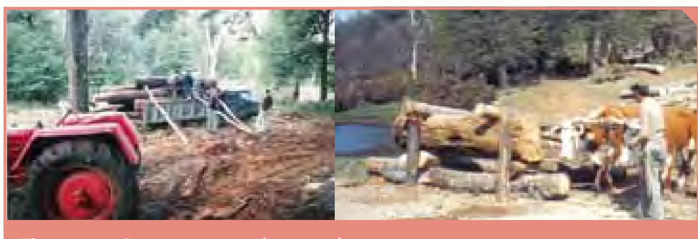


Figura 9. Carga manual y con bueyes.

- Cargadora frontal con horquilla: las hay de diversos modelos y potencias y son muy utilizados para descarga en la industria maderera patagónica (Figura 10). También se suele trasladar una segunda máquina al acanchadero, sobre todo si el método extractivo fue por arrastre, debido a que la altura de apilado generalmente es baja y se necesitan varios movimientos para completar la capacidad de la horquilla y luego cargar, generalmente de costado, al camión.

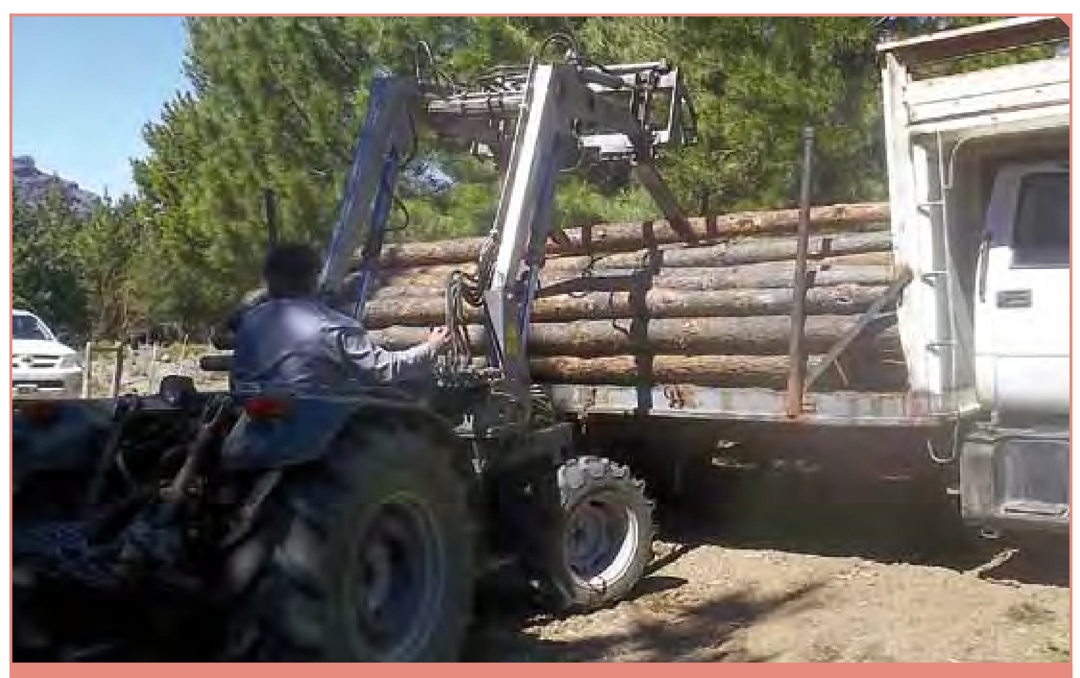


Figura 10. Cargadora frontal.

- Grúa forestal: son muy empleadas cuando los rollizos en cancha han sido apilados en una altura de hasta 5 metros -técnicamente pueden llegar a ser apilados por un *forwarder* hasta 5 metros-a 90 grados del eje del camino (Figura 11). Esta puede estar montada sobre un falso chasis de un tractor o bien sobre un camión, que puede estar exclusivamente destinado para este fin o disponiendo solamente parte del chasis de carga. En este último caso el conductor del camión es quien ejerce de operador auto cargándose los rollizos. Cuando el movimiento maderero es muy bajo, se impone esta última variante, caso contrario, es el tractor agrícola con grúa montada a un falso chasis el que mejor se adapta a las dificultades del terreno y carga a los camiones en espera. Ante la falta de grúas, también existe la posibilidad de utilizar la grúa hidráulica del *forwarder* poniéndose este entre la pila y el camión, aunque no fue diseñado para tal fin.



Figura 11. Grúa forestal.

Las funciones del operador de cualquier máquina y camión son:

- Antes del inicio de las operaciones diarias, recorrerla lista de chequeo (niveles de aceites, combustible, electricidad, neumáticos, cables, pérdidas en frenos, mangueras hidráulicas).

- Respetar y hacer cumplir normas de seguridad en el trabajo en todo momento.

- Evitar de mover trozas mal apiladas que puedan dañar su equipo o persona.

- Instruir al despachador o el conductor del camión para que no se aproximen a menos de 5 metros de la cargadora. Asegurarse una buena visibilidad desde la cabina y detenerla grúa al ingresar una persona en la zona de peligro.

- No extraer rollos de la parte inferior de una pila.

- Hacer cargas bien balanceadas para asegurar la estabilidad del camión. No colocar trozos pequeños contra las estacas ni tampoco ubicar trozos partidos o fracturados al exterior. Tampoco ubicar rollos más allá de 30 cm por sobre las estacas.

- No estacionar sobre los desechos de la playa de acopio.

- No iniciar la carga antes de que se detenga el camión y descienda el conductor.

OPERACIONES DE TRANSPORTE FORESTAL

Los atriles y las bandas

La adaptación principal de los camiones para el transporte de rollizos o leña radica en la utilización de atriles metálicos laterales y traseros en número suficiente para sujetar los productos a transportar. Los atriles disponen de estacas en general de acero de al menos 3,5 pulgadas y 1,8 m de largo, que deben ser coloreadas con pinturas fluorescentes. Los atriles deben tener una chaveta en la parte inferior para asegurarlos al chasis del camión e impedir que se suelten cuando no está cargado el vehículo. Para rollizos de hasta 8 m de largo se utilizarán dos atriles distanciados a $^{1}/_{4}$ de longitud de los rollizos desde cada extremo. Entonces, al menos siempre habrá dos atriles con estacas para cada estiba. Las cargas serán amarradas entre los atriles con bandas o cintas anchas resistentes especiales, mediante la utilización de criques o catracas. Antes de salir del bosque, estas serán re tensionadas. Para el caso de carga transversal al eje del camión, se adoptará el mismo criterio fijándolo a la base de la baranda delantera la cual será a su vez suficientemente reforzada para resistir eventuales desplazamientos de los rollizos hacia la cabina.

Tipos de camiones

Los camiones empleados se ajustarán a las posibilidades del camino interno diferenciando al camión chasis con o sin acoplado del camión semirremolque (Figuras 12, 13 y 14). Los sistemas de enganche tendrán al menos dos cadenas de seguridad de 0,5 pulgadas. Las dificultades topográficas y la calidad de los caminos internos, en algunos casos, ameritan realizar un traslado corto de los troncos a una playa intermedia, por medio de camiones chasis doble tracción especiales. Desde allí pueden llegar y salir camiones de mayor porte, con acoplado o semirremolque, que llegan por caminos públicos a los parques industriales, ubicados entre 50 y 200 km de distancia.



Figura 12. Camión chasis.



Figura 13. Camión con acoplado.



Figura 14. Camión semirremolque.

Plataforma de carga

Respecto a la plataforma de carga se observa que en muchos camiones fue quitada, apoyándose los rollizos exclusivamente sobre la base de las estaqueras. La principal razón es que al acumularse mucha basura sobre la plataforma en el momento de la carga, esta debe ser barrida en cada viaje en el lugar de destino, con el fin de no desparramarla en el camino de retorno al bosque. La ventaja es que en el momento de la carga, todo material útil ajeno a la madera cae entre las estaqueras en la playa de acopio, quedando así en el bosque.

Durante el carguío

Tanto en la carga como en la descarga, se deben seguir las siguientes medidas:

- El vehículo deberá permanecer acuñado, enganchado en primera marcha y con freno de mano.
- La carga del material se realizará en sitios perfectamente indicados por el encargado del sector.
- Se debe señalizar el área donde se realizará la carga del material para que sea visible a otros vehículos que ingresen a la zona de carga.
- El conductor del camión debe descender de la unidad y colocarse a una distancia prudencial teniendo contacto visual con el maquinista que realiza la carga, aun con adversidad climática.

- Una vez realizada la carga se debe asegurar la misma con las fajas correspondientes. En ningún caso se debe ajustar la carga mientras se está cargando el vehículo.

- En ningún caso se cargará el camión por sobre la línea de carga.

- Está prohibido caminar sobre la carga del camión.

Normas para el tránsito de los productos

- No acarrear sobre la carga personas, tambores, neumáticos u otros objetos sueltos.

- No iniciar la marcha si la carga está mal estibada a su criterio.

- Conducir a la defensiva respetando siempre las normas de tránsito vigente en consideración a los demás aspectos.

- Habiendo recorrido un par de kilómetros y antes de salir del predio, detendrá el camión en un lugar adecuado, reapretará los tensores de las cintas reglamentarias, revisará la condición de carga en general, el funcionamiento de las luces y revisará la presión de los neumáticos, para el caso de que éste no tenga una central automática de inflado.

- Cada provincia tiene sus propios protocolos o normas de despacho de maderas por medio de remitos reglamentarios o vales de tránsito que deben ser entregados en el bosque en el momento del despacho del camión, mostrados en tránsito ante autoridad que lo requiera, y entregados en el destino del viaje justificando el origen legal de los productos.

En el caso de Chubut rige el Decreto N° 764, donde en su artículo 4° define los productos y subproductos forestales, del art. 7° al 12° todo lo referido a la presentación de solicitudes de aprovechamiento forestal y desde el art. 69° al 79° la confección y uso de guías de transporte forestal.

En el caso de Neuquén el propietario del bosque debe solicitar previamente una "Guía Forestal Única"(GFU) en la Delegación de Bosques más próxima donde constará el titular, campo, producto, destino del producto y un claro número de GFU. Amparados por la GFU se obtienen "Vales de Transito" (VT) también numerados por triplicado (una copia para el camión, otra para la Playa y otra para la salida del campo forestal), lo que permite mover legalmente el producto por los caminos públicos hasta el destino. Los VT constan de fecha de emisión, producto, titular del bosque, transportista y el número de la GFU. Finalizadas las tareas extractivas de los productos y volúmenes autorizados desde un campo amparadas por la GFU, se devuelven los VT y la GFU especialmente los triplicados de la misma a la Dirección de Bosques que la emitió a los fines legales y estadísticos. Los demás pormenores legales para Neuquén están amparados por las Leyes ProvincialesN°1890 y N°2780 además de la Resolución de Aforos N°146/15.

CAMINOS FORESTALES INTERNOS

INTRODUCCIÓN

Las zonas en donde se desarrollan los bosques cultivados patagónicos se encuentra por lo general alejada de los centros urbanos y de los caminos públicos, por lo que muchas veces se enfrentan serias dificultades de acceso por razones topográficas y climáticas. Por ello, para cada operación de saca deben seleccionarse los métodos, máquinas y herramientas que mejor se adapten a las características del terreno buscando el equilibrio entre las consideraciones ambientales, sociales y económicas con utilización de la formula indicada más abajo. De todos modos, se espera que con la madera que se extrae se pague el camino forestal, siendo una inversión multipropósito y muchas veces de carácter permanente.

En general los diseños de estos caminos se clasifican en bajo estándar por cuanto se acomodan a la topografía, dando diez y más curvas por kilómetro recorrido con radios mínimos de 10 a 15 m y pendientes longitudinales máximas de 15% en tramos cortos. Todo esto se traduce en bajas velocidades de tránsito y alto costo operacional de transporte. La pendiente longitudinal tampoco debería ser menor al 2-3 % con el fin de facilitar el drenaje. Por razones de espacio de este manual, nos limitaremos solamente a la red interna de caminos en áreas productivas, pero lógicamente estos deben estar conectados a la red pública con otros estándares de calidad.



Figura 15. Camino bien diseñado.

PLANIFICACIÓN DE LOS CAMINOS FORESTALES INTERNOS

Los caminos internos deben ser prolijamente estudiados. Para ello es necesario analizar los caminos existentes, visualizar donde están, revisar puntos de encuentro, medir la longitud, los destinos, los circuitos, la calidad, el manejo del escurrimiento, cruce de zonas riparias, pendientes admisibles, etc. En términos generales hablamos de saber a ciencia cierta cuál es el espaciamiento entre ellos con el fin de determinar la densidad caminera. Hay muchos tratados escritos al respecto pero en síntesis lo que se busca es que, el costo sumado de la extracción y la construcción más el mantenimiento del camino, sea mínimo. Hay muchas opciones matemáticas para la determinación de la intensidad de caminos, pero se recomienda una sencilla formula empírica:

Donde:

$$s = \sqrt{\frac{0{,}04CC}{V \, x \, CM}} = [km]$$

= separación en km entre caminos

CC = costo de construcción + costo de mantenimiento del camino por km

V = volumen de madera, en m^3 sólidos por hectárea.

CM =costo de maderero hasta cancha por m^3.

El trazado de la red interna en el bosque debe considerar evitar construir caminos en zonas identificadas como de alta o muy alta fragilidad. Es por ello que no se localizaran caminos en pendientes pronunciadas, suelos inestables, propensos a deslizamientos, con textura arcillosa, alta plasticidad y humedad, laderas cóncavas, en suelos con material altamente meteorizado, tampoco sobre vegas o turberas ni dentro de franjas de protección de cualquier tipo.

Siempre que sea posible, los caminos tienen que localizarse sobre terrazas naturales, divisorias de agua y pendientes suaves.

A diferencia de los caminos públicos, los caminos forestales transportan carga en una sola dirección. Generalmente se extraen productos desde el bosque cordillerano al valle, por lo que es conveniente establecer una dirección preferentemente descendente de viaje cargado hacia afuera del bosque y de regreso vacío en ascenso al ingresar en el bosque, ahorrando de esta manera energía.

Las calzadas de caminos forestales deben alcanzar una capacidad de soporte tal que permita el paso de cargas pesadas aún bajo condiciones desfavorables de clima y humedad sin deformaciones permanentes significativas. Los caminos forestales son solicitados según su importancia por un tránsito que se caracteriza por una carga por eje de hasta 10,6 toneladas y una velocidad de 30 – 40 Km/h con un volumen de transporte variable, comúnmente menor a 10.000 m^3 de madera al año, de tal manera que las calzadas sopor-

tan presiones superficiales de 1 a 1,2 MPa (o sea 12 Kg/cm^2). Salvo muy raras excepciones la capacidad de soporte de nuestro suelo natural no sobrepasa 0,2 a 0,3 MPa, obligando con ello a una necesaria estabilización de las calzadas (enripiado).

EL PROCESO DE LA PLANIFICACIÓN

- Se diseñará una red de caminos internos en el bosque, de manera de minimizar los daños al suelo, considerando los cauces hídricos existentes y recorriendo en forma de columna vertebral para mayor eficiencia y también considerando las borduras críticas (para facilitar la lucha contra incendios) de la masa boscosa remanente.

- Se dará preferencia a las vías de saca para el madereo con maquinaria donde no son necesarios movimientos de suelo.

- Se optimizará la densidad de caminos (m/ha), dentro de las limitaciones impuestas por los sistemas de producción, minimizando su construcción.

- Los caminos se localizarán en aquellos sectores donde exista la posibilidad del menor movimiento de tierra y se minimice el efecto de derrame de tierra a las quebradas.

- No se realizará madereo terrestre en pendientes superiores al 35%.

- Se dará privilegio a la habilitación parcial o total de caminos existentes o antigua traza.

- Se priorizará la concentración de poca madera en muchas playas de acopio antes que mucha madera en pocas playas.

- Los equipos o animales de extracción con cargas, preferentemente no transitarán por caminos primarios y secundarios.

- En caso de necesidad, se protegerán adicionalmente las vías de drenaje y se limpiará el camino de ramas y tierra removida.

- Se priorizarán medidas de mitigación que minimicen la erosión en el área alterada.

- Se ubicarán y dimensionarán las potenciales canteras para áridos que servirán para estabilizar los caminos porque su transporte es oneroso. En la cordillera existe abundante roca intrusiva y granítica que junto con los depósitos aluviales conforman yacimientos naturales muy aptos de ripio de buena calidad con granulometría aceptable y escaso sobre-tamaño (>7,5 cm).

Atención especial a la Zona de Manejo del Cauce (ZMC)

- En el plan de manejo deben estar claramente establecidas las ZMC clasificándolas por clase.

- Los cauces de agua deben estar protegidos por una zona *buffer* de por lo menos 100 m a cada lado para los ríos importantes, de 50 metros a cada lado para los cauces de agua menores permanentes y de 30 metros para los cauces temporales. Esta reserva corresponde a una ZMC indicada en los planes de manejo que tendrán un tratamiento y cuidado específico.

- La limpieza de maquinaria e implementos de trabajo no se debe realizar en los cauces.

- No se deben aplicar productos químicos ni elementos tóxicos, tales como pesticidas, combustibles, lubricantes y otros, sobre los cursos de agua.

- No se deben utilizar cursos de agua temporales ni permanentes como vías de saca, tampoco invadir la ZMC. De tener que atravesarlos, será con caminos de 3º orden y con barrancas y lechos de piedra firme.

Requerimientos de cartografía

- Conocer los límites de los bosques a ser intervenidos (rodales, especies).

- Conocer los volúmenes de madera que serán removidos por rodal.

- Utilizar escalas adecuadas según los detalles que se quieran poner en evidencia.

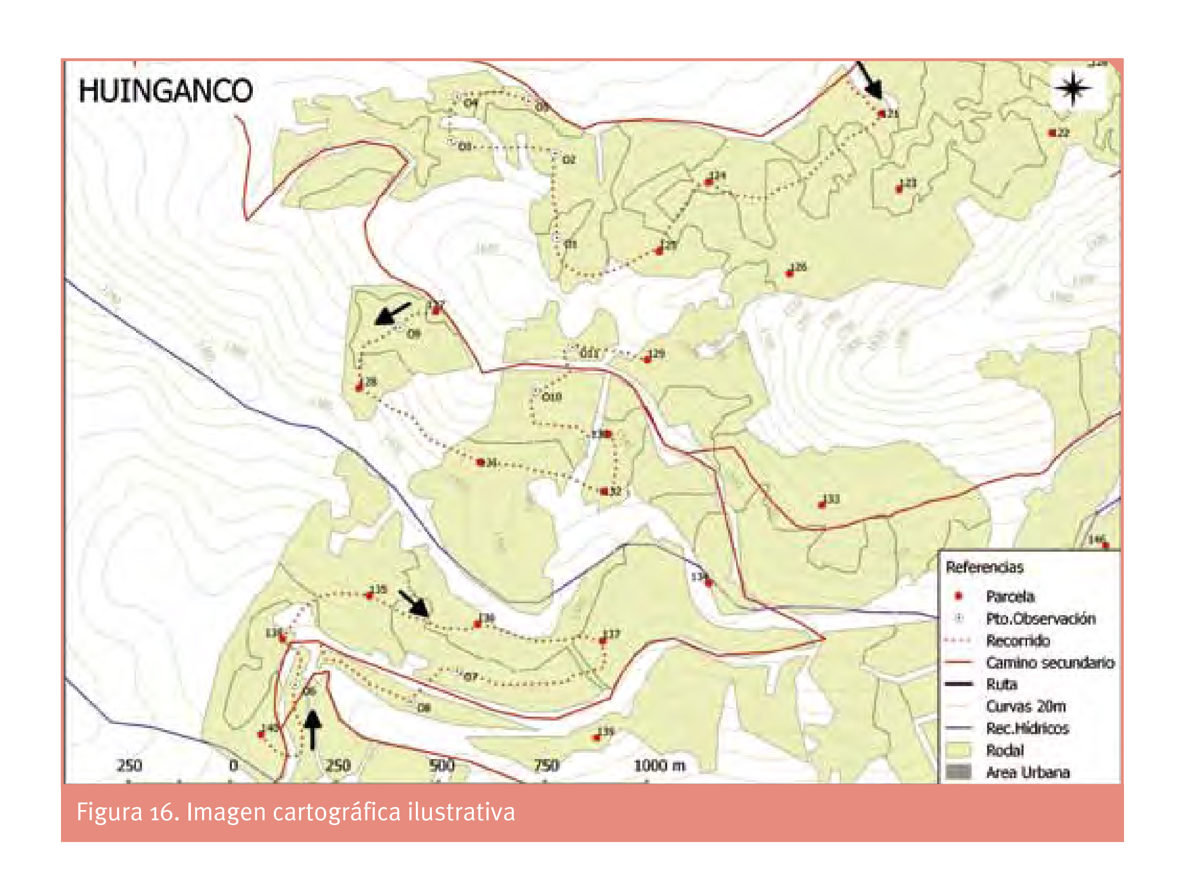


Figura 16. Imagen cartográfica ilustrativa

Trazado y apeo en la faja de un nuevo camino

- El apeo de los árboles en la faja del camino a construir, se hará hacia el eje central del futuro camino, evitando dañar los árboles que queden en pie (Figura 17).

- La ubicación del camino respecto a la faja habilitada será tal que su apeo permita la mejor iluminación del sol del mediodía para favorecer el secado rápido del sector asignado.

- Será apeado además cualquier árbol inclinado inestable que pueda caer naturalmente sobre el camino.

- Los árboles apeados se extraerán hacia patios de acopio para su mejor aprovechamiento posterior, o bien quedarán debidamente ordenados a la orilla del camino en construcción evitando taparlos con el movimiento de suelo.

- No se deben enterrar los troncos y restos vegetales debajo del futuro camino.



Figura 17. Apeo de una faja de futuro camino

Protección del paisaje

- Las áreas de protección, definidas en la cartografía vigente, deben ser conservadas en todas las actividades operativas.

- Desde los caminos principales no se deben visualizar a simple vista las canteras ni los caminos secundarios en largas distancias.

DISEÑO DEL CAMINO

Cada categoría de camino requiere satisfacer ciertas normas de diseño en cuanto a pendientes, curvas, anchos, taludes, cunetas, alcantarillas. Las mismas constan en la Tabla 3. Asimismo, la Figura 18 esquematiza un perfil típico de camino de montaña.

Tabla 3. Elementos de diseño para caminos forestales.

Elemento de diseño	Acceso y camino principal	Camino secundario	Camino terciario
Pendiente longitudinal máx (%)	< 10	< 15	< 15
Curvas horizontales (m)	> 25	> 10	> 10
Pendientes transversales (%)	3 – 5	3 – 5	3 - 5
Ancho del camino (m)	8	6	4,25
Ancho de la calzada (m)	5	4	3
Carpeta estabilizada (cm)	25 – 40	20 – 30	10 - 20
Talud de corte, tierra (rel. Base/h)	1:2	1:2	1:2
Talud de corte en roca	1:4	1:4	1:4
Ancho de la cuneta (m)	1	0,5 – 1	0,4
Tipo de alcantarilla	Tubería cemento	Madera	Baden o madera

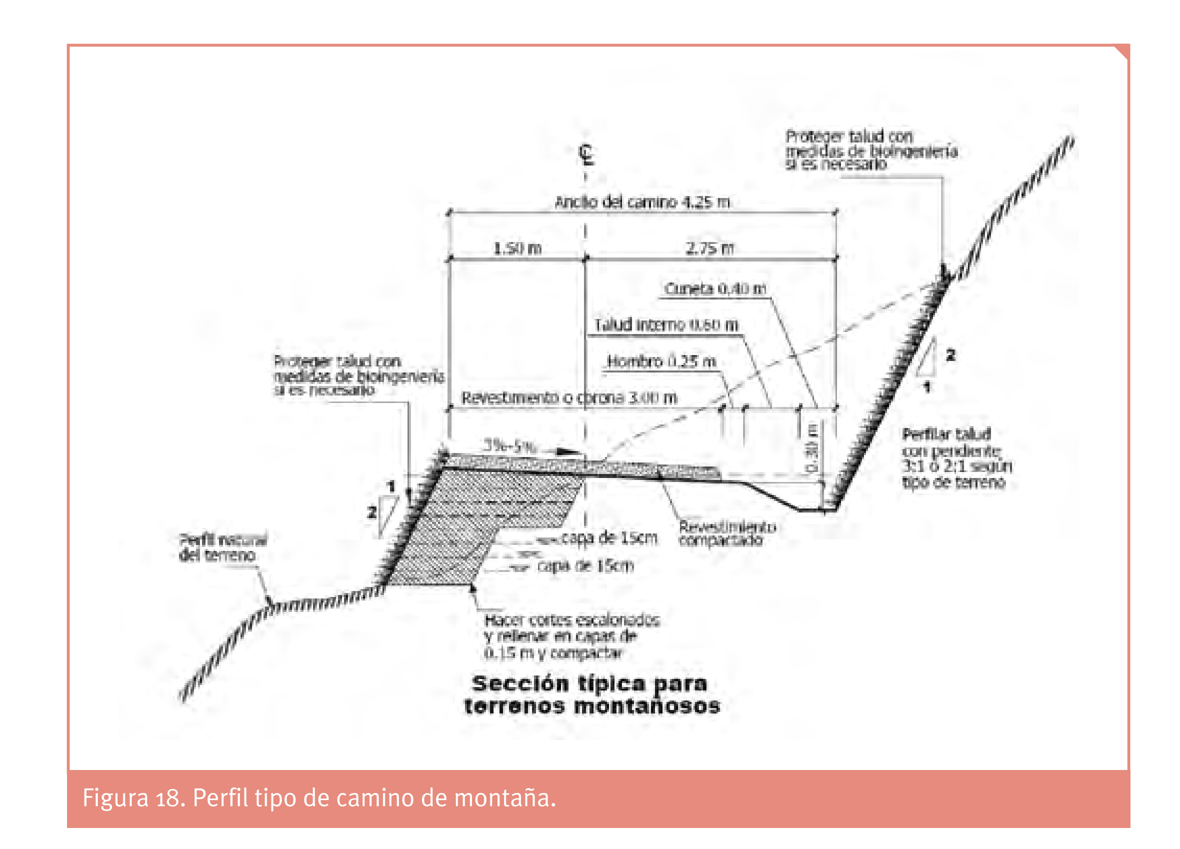


Figura 18. Perfil tipo de camino de montaña.

DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE TALUDES DE CORTE Y RELLENO

Los taludes de corte y de relleno del camino deben:

- Tener una relación base/ altura de 1:2, lo que corresponde a un ángulo de inclinación del talud de 63,40. Los taludes de corte con ángulos mayores tienen peligro de derrumbe del material suelto, salvo que sea realizado sobre roca firme, en cuyo caso se puede utilizar una relación 1:3 a 1:4.Ante la eventualidad de deslizamientos se repara en forma puntual los taludes dañados. Por razones económicas se prefiere trabajar con un menor factor de seguridad en el diseño persistiendo con los mayores ángulos posibles, antes de diseñar todo el camino con un menor ángulo lo cual aumenta el volumen de tierras removidas.

- De ser posible, ser fijados utilizando técnicas de bioingeniería o ingeniería naturalista. Estas técnicas se basan en la combinación de materiales vivos e inertes, como estacas y ramas vivas de especies con capacidad de propagación vegetativa, semillas, piedras y troncos. Entre otras pueden utilizarse fajinas y palizadas de troncos (Figuras 19 y 20).

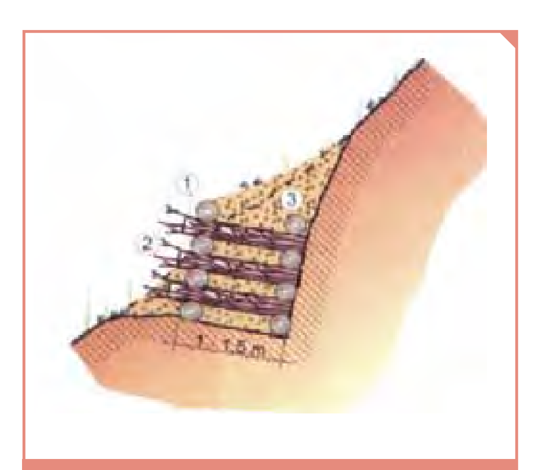


Figura 19. Componentes de una palizada doble. Fuente: Castañeda *et al.* 2011.



Figura 20. Detalles constructivos de una palizada doble. Fuente: Castañeda *et al.* 2011.

- Ante la presencia puntual de arcilla y humedad en el talud, se construyen muros de contención con trozas de madera o estructuras gavionadas para evitar deslizamientos de suelo, flujo de barro o rodadura de piedras (Figura 21).

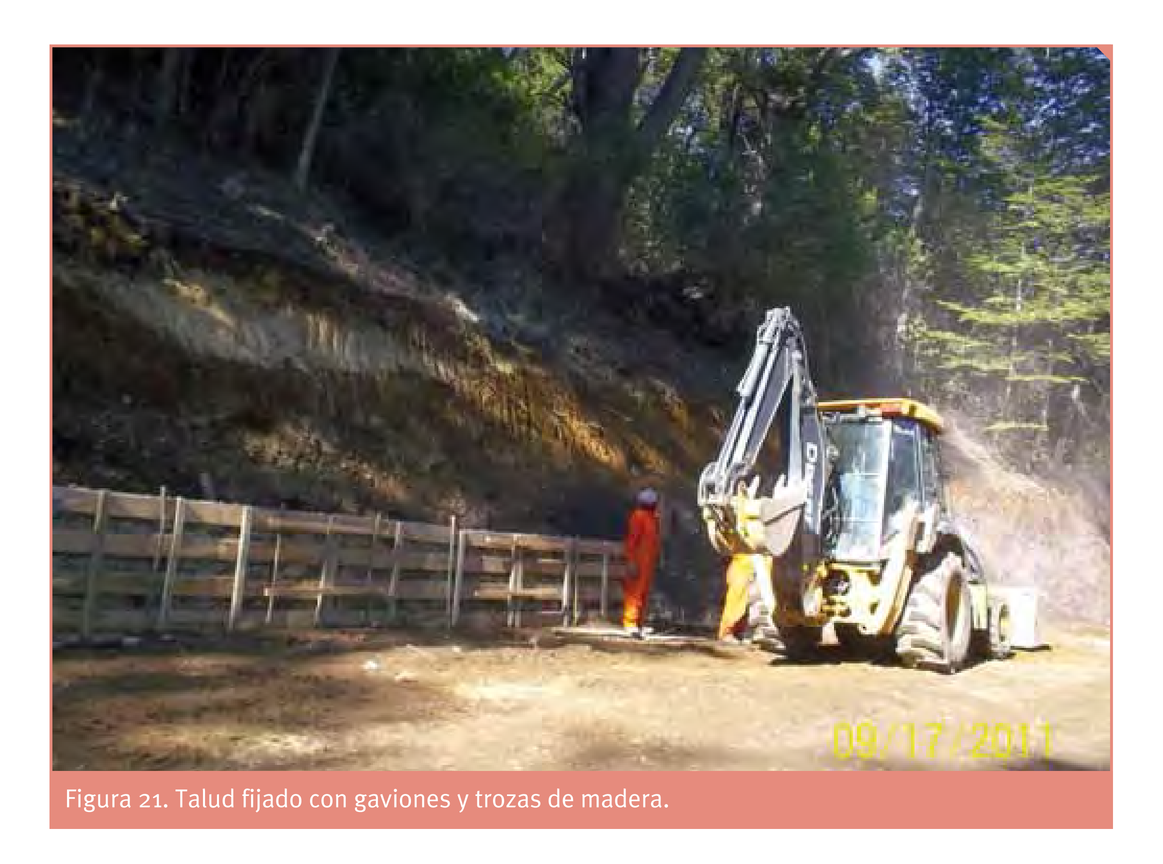


Figura 21. Talud fijado con gaviones y trozas de madera.

DISEÑO DE LAS OBRAS DE DRENAJE

Los drenajes y alcantarillas son diseñados para conducir el agua proveniente principalmente de las lluvias por los caminos y acanchaderos, minimizando el deterioro por la erosión. Estos drenes no deben desaguar en los cursos naturales, para evitar el aporte de material al mismo. Cuando esto es inevitable se deben utilizar trampas de sedimentos que se vacían regularmente.

- Los caminos forestales deben contar con una cuneta lateral interna de tipo triangular de aproximadamente 80 a 100 cm de ancho por 30 a50 cm de profundidad.

- Por lo general en el perfilado final se construye primero el bombeo a la plataforma y luego se realiza con motoniveladora la cuneta.

- Las cunetas laterales tienen que descargar agua hacia los puntos más bajos en las quebradas naturales. Si esto no es posible, se descargan a través de alcantarillas transversales que cruzan el camino.

- Las alcantarillas deben ser instaladas sobre un lecho firme y con una inclinación que permita el flujo del agua (Figura 22).

- En la salida de las alcantarillas hay que construir elementos disipadores de la energía del agua utilizando piedras y madera para evitar la erosión.

- Las distancias entre cunetas de descargas para agua se fija por las condiciones del

terreno, la pendiente del camino, las curvas, los cursos naturales y el posible volumen tributario de agua. Generalmente esta distancia no supera los 100 m.

- Por lo general el fondo de las cunetas corresponde al material del lugar y ocasionalmente se coloca algo de grava o material rocoso para evitar la erosión y socavamiento por la fuerza del agua.



Figura 22. Obra de drenaje.

DISEÑO PARA EL CRUCE DE CAUCES

Lo más común, por lo económico, es la confección de badenes naturales. Es decir, el cruce del cauce en lugares firmes, despejando para ello las piedras grandes y rellenando con topadora o cargadora frontal (Figura 23). Esta situación se da porque los ríos de cordillera son torrenciales y de poco caudal en verano cuando el tránsito se hace intenso. La desventaja es que todos los años deben repasarse.

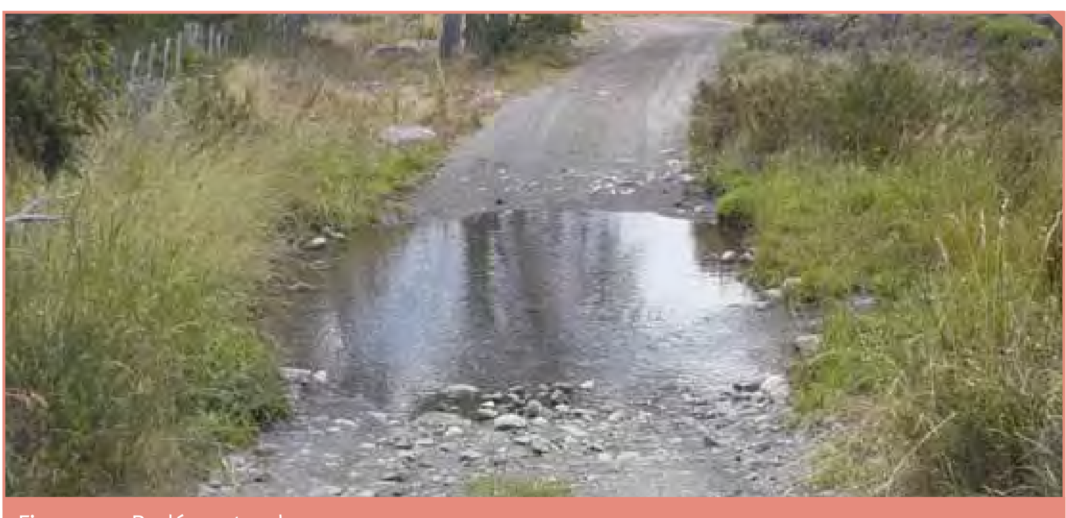


Figura 23. Badén natural.

El material más usado es la madera, ya sea tablones en "U" abiertos hacia arriba para facilitar la limpieza, troncos huecos re-aprovechados o tablones apoyados sobre muertos transversales. En este último caso, si el curso de agua es torrencial, los muertos toman las características de un mini-puente, es decir, se reemplazan por cabezales y estribos. Se colocan transversalmente al camino, a veces en grupos paralelos de 6 a 8 troncos, y se los cubre con material local o ripio de cantera próxima. Se las instala cuando los flujos son pequeños y siempre y cuando los caminos no sean permanentes.

Con menor frecuencia pueden utilizarse tubos de cemento vibro comprimidos, alcantarillas de chapa gruesa galvanizada corrugada abulonada con o sin cabezales de madera, de hormigón o piedra cementada. Los tubos de cemento vibro-comprimidos más utilizados son de 30 a 50 cm de diámetro. La tubería se instala en una zanja de profundidad igual a 3 diámetros y de ancho igual al diámetro útil del tubo más 60 cm para permitir su colocación y compactación. Debe construirse una base de arena de 10 cm con una pendiente de entre 3 y 6%. Si el fondo de la zanja está constituido por material de baja capacidad de soporte (CBR<5%) será reemplazado en una profundidad de 30 cm por material estabilizado. Se colocan los tubos. El largo total será tal que sobrepase en 1 m a la plataforma. A la entrada y salida de los tubos se construyen cabezaleros con cemento para lograr una mejor retención del relleno. Se rellenan luego los costados y sobre los tubos con una mezcla de 1/2 de ripio, $^1/_4$ arena y $^1/_4$ de tierra arcillosa por capas de 20 cm, las que se compactan adecuadamente. El relleno sobre los tubos debe ser como mínimo igual al diámetro de los mismos (Figura 24).



Figura 24. Alcantarilla.

El número de alcantarillas depende en primer lugar de los cruces naturales de los cursos de agua, y en segundo lugar, de las descargas obligadas de las cunetas. Es posible encontrar 5 alcantarillas por km.

Para la construcción de puentes de madera se prepara un muerto (rollizo de gran diámetro) asentado sobre una base firme y anclada con cables en cada cabezal. Este recibe 5 a 6 vigas longitudinales, generalmente rollizos de coihue de 35 a 50 cm de diámetro semi-labrados. Los rollizos se fijan a los cabezales con clavos o pernos de 19 mm de diámetro y 60 cm de largo. Sobre las vigas se clava el tablero de resistencia de 4 m de ancho constituido por tablones de 10 x 20 cm colocados de plano y clavados con clavos de acero de 10 mm de diámetro. Sobre este tablero va el rodado constituido por dos huellas de 0,8 a 1 m de ancho cada una, de 3" de espesor que terminan en un tablón de impacto transversal. Para estas dimensiones no se debe superar una luz de 8 m entre apoyos (Figura 25).



Figura 25. Puente de madera.

Estas obras se realizan inmediatamente después del movimiento de tierras con excepción de las alcantarillas ubicadas en cursos de agua permanentes que se instalan antes. En este caso la alcantarilla pasará transversalmente al eje del camino. Una excepción a esta disposición son las alcantarillas que cumplen la función de descarga de cunetas. En este caso se instalarán a un ángulo de 30° respecto a la transversal del camino.

CONSTRUCCIÓN DE CURVAS

Las curvas horizontales en general son semicirculares con radios superiores a 15 m.
La pendiente longitudinal en las curvas se disminuye con el objeto de evitar el efecto esquina suavizando el ingreso a la zona de curva.

Los ensanches constructivos se consideran hacia el interior de la curva y generalmente son de 1 hasta 2 m como máximo.

PERFIL TRANSVERSAL, ANCHO DE LA CALZADA Y ENSANCHES

Cuando el volumen de tránsito no supera los 10 a 20 viajes diarios, se prefiere caminos de una sola mano con un ancho estabilizado de 3 m sobre una plataforma de 4 m.
Las dificultades del cruzamiento de vehículos se supera instalando ensanches al camino cada 200 a 300 m los que muchas veces coinciden con un ensanchando adicional de las curvas hacia el exterior, donde esto es posible. Los ensanches se realizan de 25 a 30 m de largo por 2 m de ancho adicional.

El perfil transversal o bombeo debe contemplar una pendiente de 3 a 5% medidos desde el eje hacia los lados del camino.

SELECCIÓN DE MAQUINARIA PARA CONSTRUCCIÓN

La máquina más empleada es un tractor a orugas con pala frontal y escarificador atrás (también llamado topadora), para corte de perfiles, remoción de material y otros.

En segundo orden se encuentra la cargadora frontal con balde con el que además se construye, se destapan canteras naturales, cargan y descargan materiales de todo tipo. Intercambiando el balde por una horquilla es empleado para carga de camiones.

Para el zanjeo y construcción de drenes, lechos de alcantarillas y cunetas, se utiliza también el tractor con retroexcavadora y pala frontal. Este tractor de doble propósito es muy utilizado últimamente como equipo único en la construcción y acabado de caminos rurales de bajo costo.

- La maquinaria pesada requerida para la construcción de caminos debe circular sólo por las áreas habilitadas. No deben circular por los cursos de agua ni zonas húmedas.

- Se debe evitar dañar los árboles remanentes del camino.

- La práctica más común es el corte a $^3/_4$ de ladera con la topadora tratando de evitar los perfiles mixtos, porque de esta manera se combina la quita de contaminantes con el trazado del perfil definitivo en una sola acción.

- No alterar más de lo estrictamente necesario la vegetación aledaña a los caminos porque son áreas de amortiguación.

- Se perfila la rasante mediante el empleo de una motoniveladora dejando un perfil transversal bombeado, el que luego es compactado a humedad óptima (Figura 26)

- De manera ideal la compactación se realiza con rodillo pata de cabra o liso de peso estático no inferior a 5 toneladas. Dado que estos rodillos son escasos en la zona, se observa un trabajo similar mediante la compactación hecha por un camión a media carga haciéndolo pasar cuidadosamente varias veces sobre las huellas en paralelo hasta lograr el objetivo.

- La colocación del ripio natural proveniente de las canteras próximas se realiza mediante camiones volcadores pequeños o cargadora frontal con balde. Esta tarea se hace por lo general en los tramos críticos, que luego son perfilados con motoniveladora y compactados inicialmente con camión a media carga y luego a carga completa. El espesor de la carpeta depende de la capacidad de soporte de la sub-rasante y del volumen de madera a transportar. Comúnmente se observan espesores entre 20 y 40 cm de ripio.

- El envaralado de madera o planchada de rollizos es una práctica común en terrenos planos, húmedos y profundos donde es imposible colocar una capa de ripio, ya que se incrusta en la fundación perdiendo su valor estructural. La misma consiste en colocar transversalmente al eje del camino un sinnúmero de rollizos de 20 a 30 cm de diámetro y 4 a5 m de largo sobre el terreno nivelado. Estas trozas finalmente se recubren con material del lugar preferentemente granular.

- Dadas las características climáticas de Norpatagonia, se recomienda construir durante los períodos secos de la primavera y verano. No se debe realizar movimiento de suelos cuando éste está saturado de agua.

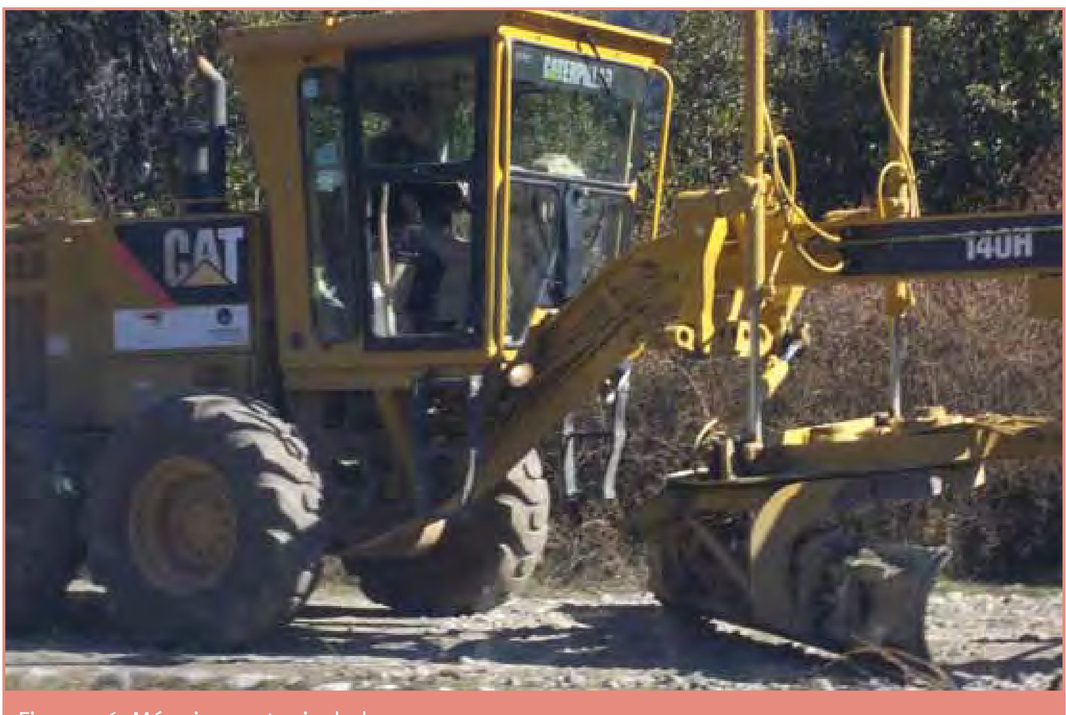


Figura 26. Máquina motoniveladora

MANTENIMIENTO DE LOS CAMINOS FORESTALES

Para el mantenimiento periódico que se realiza en el verano se utiliza preferentemente motoniveladora, y mano de obra, para la limpieza de los drenes y repaso de alcantarillas/ puentes que han sufrido los embates del otoño (hojas) y el invierno (caída de troncos, derrumbes de taludes, nieve, desborde de cunetas, calaminas, etc.).

El mantenimiento cotidiano es generalmente realizado por una persona con carretilla para tapar hoyos, eliminar derrumbes y obstrucciones de las cunetas y alcantarillas que se van deteriorando por el intenso uso de los caminos. A veces, puede ser adicionada la cargadora frontal a estas tareas para transportar tanto áridos como para pre-alisar con el cucharón.

Debe evitarse la extracción por arrastre a través o sobre los caminos.

En todo momento se respetarán las cargas máximas permisibles de diseño vial.

DESACTIVACIÓN DE CAMINOS

Los caminos de temporada serán cerrados al tránsito de vehículos pesados durante los períodos lluviosos.

Se desactivarán también las vías de saca para evitar la formación de cárcavas por erosión hídrica.

Los tramos de caminos que fueron superados por mejores trazados, serán debidamente desactivados por medio de zanjas y camellones transversales al eje de la rasante, para cortar la erosión hídrica. Se repondrá la vegetación original herbácea y/o arbustiva.

EXTRACCIÓN DE ÁRIDOS

La explotación directa de pozos de áridos en ríos o canteras naturales son producto de una planificación cuidadosa, diseñados de acuerdo a un plan previo aprobado donde se evita un daño ambiental.

Donde se extrae el material pétreo los cursos de agua serán protegidos minimizando la alteración del área.

Se priorizarán como cantera el hallazgo de rocas intrusivas.

BIBLIOGRAFIA

Anderl J. 1986. Holzernte in der Durchforstung.2 Verfahren Planung. Editorial Bohmann Druck und Verlag AG. Wien.105 p.

Asociación Chilena de Seguridad. 1994. Recomendaciones de Conductas de Trabajo en Faenas Forestales. Manual 88 p. ISBN 956-7566-02-5

Castañeda S., Gaviño Novillo M., Remedi G., Vazquez M., Pianelli A. 2011. Guía de Buenas Prácticas Ambientales. Artículo Nº 50 de la Ordenanza Nº 8.390/09. Decreto Nº 747/11. Municipalidad de San Martín de los Andes.

Chauchard L.M. 2012. Manual para las Buenas Prácticas Forestales en Bosque Nativos de Norpatagonia. 1° Edición UCAR. Ministerio de Agricultura, Ganadería y Pesca. Bs.As. 120 p.

Fernández, R. *et al.* 2001. Compactación del suelo y su relación con el crecimiento de la segunda rotación del *Pinus taeda*, en misiones, argentina. Actas SILVOARGENTINA II. AFOA-UNaM AMAYADAP. Eldorado, p: 181-189

Gayoso A.J. 1995.Impacto Ambiental de las Prácticas de Cosecha Forestal y Construcción de Caminos en Bosques Nativos Siempreverdes de la Xº Región de Chile. UACH. Valdivia.170 p.

Pantaenius, P. 2011. Sistemas de Aprovechamiento Forestal y Temas Relacionados. Rucula Libros. Bs. As. 183 p.

Pantaenius P. 2007. Aprovechamiento y Manejo de Residuos. Manual nº 7 Del Operario Forestal. MTEEySS – CIEFAP. Unidad 4.

Pantaenius P.2010.Manual de Aprovechamiento Forestal. Manual nº 10. CIEFAP. 119 p. 6

Tolosana E.; González V. y S. Vignote2004. El Aprovechamiento Maderero. 2º edición. EDITORIALMundi Prensa, España608 p.

ANEXO I

PROCEDIMIENTO DE TRABAJO SEGURO

Es fundamental que en la elaboración de procedimientos de trabajo intervengan todas las personas involucradas, de esta manera, se busca llevar adelante un proceso participativo que involucre a todos por igual, sintiéndose parte importante de un proceso de mejora. A todos los operarios se les debe entregan los procedimientos separados, ordenados y en un formato que facilita su lectura, incluso alguno de los mismos deben poseer figuras o fotos ilustrativas. Se los debe capacitar en los mismos y debe quedar un registro escrito de dicha capacitación. Es importante mencionar que los procedimientos pueden ser modificados todas las veces que sea necesario para que se ajusten los más posibles a la tarea que se está desarrollando sin perder el objetivo de preservar la salud del personal y la productividad. En este formato se especifica que los procedimientos han sido aprobados por "La Empresa" y que su aplicación es obligatoria, sin embargo, se hace saber que se toma como ejemplo la empresa pero lo importante es que el procedimiento sea aprobado por la máxima autoridad que participa en el proceso (Institución, comunidad, cooperativa, etc.).

PROCEDIMIENTO RALEO

Objetivo:

Establecer la metodología de trabajo y medidas preventivas a adoptar en el raleo de árboles, con el objetivo de minimizar riesgos y prevenir accidentes e incidentes.

Alcance:

Todas las personas que realicen la actividad antes mencionada en el ámbito de "La Empresa".

Definiciones:

El objetivo de la actividad es obtener productos del bosque y favorecer el crecimiento de los árboles que quedan en pie.

Desarrollo:

El raleo consiste en apear un cierto número de árboles que han sido previamente marcados por un técnico. Luego del apeo propiamente dicho, se realiza un desramado del fuste y finalmente, en función al largo del mismo, se realiza un trozado del rollizo, previo o posteriormente a su extracción.

Cuándo debe hacerse:

Cuando las plantas hayan sido marcadas por operarios de "La Empresa".

Dónde debe hacerse:

En el área indicada para raleo por operarios de “La Empresa”.
Cómo debe hacerse:

- El motosierrista debe estar equipado con elementos de seguridad: casco, protector auditivo, protector visual, pantalón o pernera anti-corte, chaqueta reflectante, guantes y botines con puntera de acero.

- Nunca apear solo, debido al riesgo de accidentes, conviene mantenerse a distancia de silbato de otro operario. El accionamiento del silbato significa que el operario se encuentra en problemas.

- En caso de trabajar más de un motosierrista en una misma área de apeo deberán estar a una distancia de seguridad correspondiente a dos veces y media la altura de los árboles más altos del rodal.

- Se debe señalizar el área de apeo con cartelería acorde y cintas adecuadas, para que el resto del personal interprete al peligro que se exponen ante la caída de árboles.

- Avanzar volteando sin dejar árboles o grupo de árboles (manchones) marcados en pie siguiendo un área más o menos pareja.

- Estudiar la forma del árbol a apear para definir su inclinación natural y los peligros potenciales por ramas secas en la copa, prever la posición inicial de corte y elegir la técnica más adecuada de apeo.

- Hacer una limpieza conveniente del área, es decir, desramar el árbol en pie y quitar obstáculos alrededor del mismo.

- Definir la dirección de caída y, en consecuencia, las dos sendas de escape, las que deberán limpiarse adecuadamente.

- Apear con técnicas adecuadas para evitar el desgarre de la base del árbol y que los que quedan en pie no sean lastimados por la caída de estos.

- Hacer el corte de apeo a no más de 10 cm medidos desde el suelo para que el tocón quede lo más bajo posible.

- No se debe dejar árboles colgados bajo ninguna circunstancia para evitar que se caiga en un momento no deseado, pudiendo provocar accidentes.

DESCRIPCIÓN DE LA TÉCNICA DE APEO DIRIGIDO

El apeo de los árboles se debe hacer mediante la técnica del apeo dirigido. Esta técnica consiste en realizar tres cortes fundamentales y algunos auxiliares. Los dos primeros cor-

tes forman una cuña que define la dirección o entalladura del apeo y se denominan “corte direccional” o “entalladura de apeo”. El tercero es el corte de “talado” o “abatimiento” propiamente dicho.

Corte de Dirección: El corte del techo se realiza en un ángulo tal que permita que el plano de la espada de la motosierra quede en línea recta con el plano visual del motosierrista. En el caso de árboles menores de 40 cm, este tipo de apeo se realiza formando un triángulo entre el árbol, el pie derecho y el pie izquierdo. Es conveniente apoyar el hombro en el árbol para soportar el peso de la motosierra, y estar visualmente cerca del primer corte. Cuando los árboles tienen un diámetro superior a 40 cm, la posición del cuerpo forma el triángulo pero, en este caso, se lleva la rodilla derecha al piso lo que permite apoyar el codo izquierdo en la rodilla izquierda que queda flexionada formando un ángulo recto. De esta manera, como el peso de la motosierra es sostenido por la mano izquierda, no se producen esfuerzos adicionales sobre la columna del operario. En ningún caso es conveniente que el peso de la motosierra este “colgado” del hombro.

Es importante observar cuidadosamente la copa del árbol, dado que puede haber ramas secas quebradas que resultarán sumamente peligrosas porque pueden precipitarse con el movimiento del árbol. Por ello, es necesario definir cuál es el lado más peligroso, para comenzar a trabajar por ese lado. Es fundamental que se reserve el lado más seguro para los últimos cortes, antes de la caída final.

Cuando se realice el primer corte, y antes de proseguir con el segundo, debe hacerse un alto en la tarea para constatar visualmente que la dirección elegida es la más conveniente. Este es el único momento en que puede corregirse la dirección de caída.

El primer corte puede ser el superior o del techo, o el de la base de la entalladura de apeo, en teoría da lo mismo, lo importante es que al finalizar con el segundo, ambos cortes terminen en la misma línea, sin que ningún plano sobrepase al anterior. Si no es así, se puede dañar irremediablemente la futura bisagra, afectando gravemente el resultado, desviando la caída del árbol de la dirección deseada. Si se corta primero el techo en una inclinación igual a la visual, entonces, al cortar la base de la muesca se ve a través del corte anterior cuánto falta y donde cortar para terminar de manera exacta.

La dirección estará determinada por la confección de una bisagra, que consiste en realizar un corte que no es completo, sino que deja un aparte del tronco son cortar. Dicho segmento deberá tener un ancho equivalente al 10% del diámetro del tronco. Para que ésta resulte eficaz debe elegirse, dentro de las direcciones posibles, el mejor sitio para que el árbol caiga sin enredarse en otros árboles vecinos, y que no se dañen los renovales.

Corte de Abatimiento: A continuación se realiza el “corte de orejas”, o de las costillas o raigones, formadas por las prolongaciones de las raíces en los costados de algunos troncos grandes.

Antes de iniciar el corte final es preciso dar aviso, a viva voz de la inminente caída.

Entre el corte base de la muesca y el corte definitivo, debe dejarse un escalón, por encima

del primero a una altura equivalente al 10% del diámetro del fuste, a efectos de evitar rajaduras en la parte más valiosa del árbol. De esta manera, si se producen rajaduras al caer, éstas afectarán al tocón remanente y no al rollizo.

En el corte de atrás, es posible que el largo útil de la espada cubra el largo total del corte, o que sea algo mayor a la mitad de éste. Según qué situación se dé, debe diferentes técnicas.

Las técnicas de apeo deben ser las recomendadas para cada uno de los casos. Es importante que todo operario que sea motosierrista esté debidamente registrado como tal dentro de "La Empresa" y que los mismos están certificados en las tres unidades A – B – C por inspectores del MTEYSS (Ministerio de Trabajo Empleo y Seguridad Social) nacional con posesión de carne a su exclusivo nombre y apellido y que las mismas estén vigentes.

Como aprobado la unidad A se entiende que el motosierrista sabe organizar la tarea de corte, dispone de equipos herramientas e insumos adecuados y suficientes y sabe secuenciar los tiempos de producción.

La unidad B: Mantener operativamente las máquinas y herramientas auxiliares optimizando su uso y previniendo accidentes personales.

La unidad C: Operar máquinas y herramientas para apear, desramar y/o trozar el árbol aplicando criterios de productividad, seguridad personal, de terceros y del ambiente.

Todo lo cual está además especificado en el dorso del carné.

Bajo ningún concepto debe utilizar la motosierra operario que no esté certificado. Con esto se busca eliminar operarios que realice la tarea en períodos cortos de tiempo y que son los más susceptibles de sufrir daños.

La motosierra debe ser empuñada tal cual la recomendación del fabricante ya sea el operario diestro o ambidiestro.

APEO DE ÁRBOLES EN SITUACIONES ESPECIALES

Árbol inclinado hacia atrás:

• Riesgos:

- El árbol puede caerse hacia el motosierrista.

- La motosierra puede quedar atascada al hacer el corte de caída.

• Forma segura de trabajo:

- Hacer primero el corte de caída (lado del árbol sometido a presión).

- Introducir cuñas o palancas de apeo en el corte de caída (lo cual ayudará a enderezar el árbol).

- Hacer, por último, el corte de dirección.

Árbol inclinado hacia la dirección de caída:

• Riesgo:

Antes de completarse el corte del árbol el tronco puede rajarse y levantarse hacia el trabajador lesionándolo.

• Forma segura de trabajo:

- Hacer primero el corte direccional. (lado del árbol sometido a presión)

- Hacer cortes de albura a ambos lados del corte direccional.

- Dejar una faja de seguridad, al hacer el corte de caída se debe hacer la mitad completándolo desde el otro lado dejando una porción pequeña de tronco sin cortar en el borde.

- Cortar por último la faja de seguridad de afuera hacia adentro.

Árbol con inclinación lateral:

• Riesgo:

El árbol puede caer con una dirección diferente a la deseada.

• Forma segura de trabajo:

- Hacer primero el corte direccional.

- Recordar que el corte de caída debe iniciarse en la zona de presión del tronco

- Completar el corte de caída con un movimiento de abanico, con la motosierra hacia el lado de tracción del tronco.

- Hacer la bisagra más gruesa del lado sometido a tracción y más fina del lado sometido a presión de modo que el árbol gira y caiga en la dirección deseada.

- Introducir a medida que se va haciendo el corte de caída, cuñas para evitar que el árbol apriete la espada de la motosierra.

Árboles muertos o con centros de troncos huecos o podridos:

• Riesgo:

El tronco puede partirse antes de terminar el corte.

• Forma segura de trabajo:

- Evitar el apeo de estos árboles.
- Recordar, si se decide cortarlos, que debe hacerse tratando de respetar su dirección natural de caída.
- Usar cualquier técnica indicada en los puntos anteriores, según cuál sea su situación pero dejando una bisagra más ancha de lo común.

Árboles colgados:

• Riesgo:

El árbol se puede deslizar y caer imprevistamente causando accidentes fatales.

• Forma segura de trabajo:

- Detectar zonas de presión, a fin de evitar que se aprieten cadena y espada en el corte.
- Detectar hacia que costado se volteará el árbol y por ello en qué lado quedará la bisagra sin cortar.
- Cortar parte de bisagra o madera de retención dejando una pequeña porción del lado opuesto al lugar llamado eje de giro. A veces el árbol termina cayendo solo, otras veces es necesario el uso adecuado de palanca de apeo con gancho desplazable. Si aun así no cae el árbol se procede a:
- Eliminar esa pequeña porción de bisagra que une al tocón con el árbol usando hacha.
- Colocar ramas a un costado del tronco y girar el árbol hacia el lado opuesto a la persona usando un gancho con argolla o palanca de apeo. Si no cae aun:
- Buscar a un colaborar entrenado y con ayuda de dos varas de unos 3-4 metros se hace un trabajo de tijera combinado entre ambos levantando y desplazando la mata y así:
- Mover el tronco hacia atrás del tocón, para terminar de liberar el árbol colgado. Si aún no es posible su caída debe
- Preferir utilizar un sulky manual, huinche o aparejo manual.

- Tener en cuenta que, si el árbol es muy pesado y no puede ser desenganchado mediante trabajo manual, debe cerciorarse de que el árbol del tocón esta liberado completamente rodeando excepcionalmente con cinta de peligro el área en derredor del árbol enganchado, prosiguiendo con sus tareas secuenciales y dejar que un tractor o animales de tiro de extracción complete la tarea y en otro momento.

Árboles en terrenos con pendiente:

• Riesgo:

Si el árbol es volteado cerro arriba, en la caída, retrocederá violentamente hacia el motosierrista, causándole graves lesiones.

• Forma segura de trabajo:

Dar al árbol una dirección de caída preferiblemente hacia un costado, ya que si se apea cerro abajo probablemente el tronco se raje o quiebre al golpear contra el suelo.

Poner especial atención en la presencia de cuadrillas trabajando pendiente abajo, animales y / o equipos de modo de prevenir accidentes personales o daños materiales.

ANEXOII

Decreto 617/97

Apruébase el Reglamento de Higiene y Seguridad para la Actividad Agraria.

Bs. As., 7/7/97.

B.O.: 11/7/97.

VISTO el Expediente del Registro de la SUPERINTENDENCIA DE RIESGOS DEL TRABAJO SRT Nº 0113/97 dependiente del MINISTERIO DE TRABAJO Y SEGURIDAD SOCIAL, las Leyes Nros. 19.587, 24.557, 22.248 y los Decretos Nros. 351 de fecha 5 de febrero de 1.979 y Nº 170 de fecha 21 de febrero de 1.996, y

CONSIDERANDO

Que la Ley Nº 24.557 sobre Riesgos del Trabajo (L. R. T.) ha dado un impulso renovador al mejoramiento de las condiciones y medio ambiente del trabajo, incorporando a la prevención como eje central del tratamiento de los riesgos laborales.

Que se han podido comenzar a cristalizar antiguas pretensiones esbozadas por la Ley Nº 19.587 de Higiene y Seguridad en el Trabajo, como lo es el nacimiento de una clara conciencia en tal sentido en los sectores interesados.

Que el artículo 98 de la Ley Nº 22.248 sobre el Régimen de Trabajo Agrario dispone: “La reglamentación establecerá las condiciones de higiene y seguridad que deberán reunir los lugares de trabajo, maquinaria, herramientas y demás elementos”.

Que consecuentemente, en el ámbito de la SUPERINTENDENCIA DE RIESGOS DEL TRABAJO (S. R. T.) y de la SECRETARIA DE AGRICULTURA, GANADERIA, PESCA Y ALIMENTACION del MINISTERIO DE ECONOMIA Y OBRAS Y SERVICIOS PUBLICOS, los representantes de la SOCIEDAD RURAL ARGENTINA (S. R. A.), la FEDERACION AGRARIA ARGENTINA (F. A. A.), las CONFEDERACIONES RURALES ARGENTINA (C. R. A.), la CONFEDERACION INTERCOOPERATIVA AGROPECUARIA (CONINAGRO) y la UNION ARGENTINA DE TRABAJADORES RURALES y ESTIBADORES (U. A. T. R. E.), han coincidido en la necesidad de plasmar una normativa de higiene y seguridad específica para el trabajo agrario.

Que resulta imprescindible contar con normas reglamentarias que permitan y faciliten un gradual y progresivo mejoramiento de las condiciones de higiene y seguridad, que comiencen a encauzar la realidad actual del sector.

Que las especiales características que debe tener la normativa de higiene y seguridad en el trabajo agrario, en razón de las peculiaridades de éste, los lugares en que se desarrolla, la idiosincrasia de sus actores y la inocultable realidad del sector en la materia; hacen necesario que la S. R. T. continúe fijando pautas de cumplimiento particulares respecto de las actividades agrarias que así lo demanden.

Que en virtud de las características particulares de la actividad agraria y de los cambios introducidos por la normativa que se aprueba por el presente, se hace necesario reglamentar de manera específica la formulación de los planes de mejoramiento previstos en el artículo 4° de la Ley N° 24.557.

Que el COMITE CONSULTIVO PERMANENTE de la LEY DE RIESGOS DEL TRABAJO ha sido consultado sobre la reglamentación, elaborada con la participación de los sectores interesados.

Que el presente se dicta en uso de las atribuciones conferidas por el artículo 99, inciso 2, de la CONSTITUCION NACIONAL.

Por ello,

EL PRESIDENTE DE LA NACION ARGENTINA

DECRETA:

Artículo 1°-Apruébase el “Reglamento de Higiene y Seguridad para la Actividad Agraria” que, como ANEXO I, forma parte integrante del presente Decreto.

Art.2°-Delégase en la SUPERINTENDENCIA DE RIESGOS DEL TRABAJO la facultad de dictar las normas necesarias para asegurar una adecuada prevención de los riesgos de trabajo, conforme a las características particulares de las diferentes actividades a

Art. 3°-A partir del dictado del presente no serán de aplicación para la actividad agraria las disposiciones del Decreto N° 351 de fecha 5 de febrero de 1.979, con excepción de las remisiones expresas que figuran en el ANEXO I.

Art. 4°-Establécese que el plazo para la formulación o reformulación de los Planes de Mejoramiento para la actividad agraria, previstos en el artículo 4° de la Ley N° 24.557 será de SEIS (6) meses, a partir de la vigencia del presente.

Art. 5°-Establécese la obligatoriedad para los empleadores de la Actividad Agraria de contar con Servicios de Higiene y Seguridad en el Trabajo y de Medicina del Trabajo, en los casos y con las modalidades que determine la SUPERINTENDENCIA DE RIESGOS DEL TRABAJO.

Art. 6°-Comuníquese, publíquese, dése a la Dirección Nacional del Registro Oficial y archívese.- MENEM.- Jorge A. Rodríguez.- José A. Caro Figueroa.

ANEXO I

TITULO I

CONSIDERACIONES GENERALES

ARTICULO 1°-El empleador debe aplicar los criterios de prevención para evitar eventos

dañosos en el trabajo. A tal fin, en el marco de sus responsabilidades, el empleador desarrollará una acción permanente con el fin de mejorar los niveles de seguridad y de protección existentes.

El empleador, con el asesoramiento y el seguimiento de la Aseguradora de Riesgos del Trabajo a la que se encuentre afiliado, debe:

a) Identificar, evaluar y eliminar los factores de riesgo existentes en su establecimiento.

b) Priorizar la prevención de accidentes y enfermedades profesionales a partir de la minimización de los riesgos en la fuente.

c) Proveer de elementos de protección personal a los trabajadores que se encuentren desempeñando tareas en su establecimiento. Siempre que existan en el mercado elementos y equipos de protección personal homologados, se utilizarán éstos en lugar de otros que no reúnan tal condición.

d) Informar y capacitar a los trabajadores acerca de los riesgos relacionados con las tareas que desarrollan en su establecimiento.

e) Llevar a cabo un programa de prevención de accidentes y enfermedades profesionales.

f) Instrumentar las acciones necesarias para que la prevención, la higiene y la seguridad sean actividades integradas a las tareas que cada trabajador desarrolle en la empresa.

g) Cumplir con las normas de higiene y seguridad en el trabajo establecidas por la autoridad competente.

ARTICULO 2º-El trabajador, por su propia seguridad y salud en el trabajo y por la de terceros, debe:

a) Utilizar adecuadamente las máquinas, aparatos, herramientas, sustancias peligrosas, equipos de transporte, equipos de protección y, en general, cualquier otro instrumento con el que desarrolle su actividad, a fin de evitar los riesgos previsibles.

b) Usar, conservar y cuidar los elementos y equipos de protección personal, debiendo recibir los elementos con constancia firmada, donde se consignan las instrucciones para su uso.

c) Informar en la forma más inmediata posible a su superior jerárquico o, en su caso, al servicio de Higiene y Seguridad en el Trabajo, acerca de cualquier situación que entrañe un riesgo para la seguridad y la salud de los trabajadores.

d) Contribuir al cumplimiento de las normas de higiene y seguridad establecidas por la autoridad competente.

e) Someterse a los exámenes médicos de salud y cumplir con las prescripciones e indicaciones que a tal efecto se le formulen.

f) Asistir a los cursos de capacitación que le brinda el empleador por sí o por medio de la Aseguradora de Riesgos del Trabajo.

ARTICULO 3º- Las Aseguradoras de Riesgos del Trabajo, respecto de los empleadores afiliados a ellas, deben:

a) Identificar y evaluar los factores de riesgo existentes en los establecimientos.

b) Priorizar la prevención de siniestros a partir de la minimización de los riesgos en la fuente.

c) Colaborar en la selección de elementos y equipos de protección personal.

d) Suministrar información relacionada con la seguridad en el empleo de productos químicos y biológicos.

e) Informar y asesorar a los empleadores en materia de cumplimiento de la normativa de higiene y seguridad, como así también respecto de las acciones necesarias a implementar con el fin de ir superando los niveles de cumplimiento de la normativa de Higiene y Seguridad.

f) Elaborar y arbitrar los medios técnicos para implementar los módulos de capacitación en higiene y seguridad del trabajo, atendiendo al nivel de instrucción de los trabajadores dependientes del empleador y a los riesgos que entrañen las tareas que desarrollen los trabajadores. Entre los temas que formen parte de los módulos de capacitación, deberá incluirse además todo lo concerniente al uso de los elementos de protección personal necesarios.

g) Denunciar ante la S:R:T: los incumplimientos de sus afiliados de las normas de higiene y seguridad en el trabajo, incluidas las del Plan de Mejoramiento.

h) Tener acceso a la información necesaria para cumplir con las prestaciones de la L.R.T.

i) Promover la prevención, informando a la Superintendencia de Riesgos del Trabajo acerca de los planes y programas exigidos a las empresas.

j) Mantener un registro de siniestralidad por establecimiento.

k) Informar a los interesados acerca de la composición de la entidad, de sus balances, de su régimen de alícuotas y demás elementos que establezca la reglamentación.

TITULO II

SERVICIOS DE INFRAESTRUCTURA

ARTICULO 4º- El empleador debe arbitrar los medios necesarios a fin de proveer el agua potable necesaria a los trabajadores que desempeñen tareas en su establecimiento y lugares de trabajo.

ARTICULO 5º- Cuando el empleador proveyere vivienda al trabajador, éste debe mantenerla en buen estado de aseo. El empleador debe instrumentar las acciones necesarias a fin de que la vivienda, ya sea fija o transportable, se mantenga libre de malezas a su alrededor y se encuentren controladas las fuentes de riesgos eléctricos, y de incendios, así como la posibilidad de derrumbes.

ARTICULO 6º- El empleador debe proveer un botiquín de primeros auxilios, que contendrá elementos de venta libre, de acuerdo al riesgo a que este expuesto el trabajador. La Aseguradora de Riesgos del Trabajo debe aconsejar al empleador respecto del contenido de aquél, capacitándolo para la correcta utilización.

TITULO III

MAQUINARIAS, HERRAMIENTAS, MOTORES Y MECANISMOS DE TRANSMISION.

ARTICULO 7º- Las máquinas, herramientas, equipos, productos, repuestos, accesorios y demás titiles de trabajo deben:

a) Estar diseñados y construidos minimizando los riesgos que puedan generar.

b) En caso de poseer volantes, correas, ruedas con rayos, ejes y mecanismos de transmisión, salientes (como pasadores o tornillos) o cigüeñales, deberán estar cubiertos de forma tal de eliminar toda posibilidad de que los trabajadores, o parte de su cuerpo o vestimenta, puedan ponerse en contacto con las partes en movimiento.

c) En caso de poseer extremos de los ejes de transmisión, deben estar completamente protegidos si sobresalen en más de un tercio de su diámetro, o deberán ser redondeados en caso contrario.

d) En caso de poseer elementos o partes móviles que pudieran producir a los trabajadores atrapamientos, aplastamientos o cortes, estar protegidos o cubiertos.

e) La zona de recorrido de los contrapesos, péndulos u otros mecanismos oscilantes, deberá estar protegida por medio de un cerramiento.

f) Estar provistos de dispositivos de bloqueo para su puesta en funcionamiento accidental o involuntaria y de señalizaciones de peligro, de inscripciones o etiquetas con instrucciones de operación, regulación y mantenimiento, escritas en castellano, de acuerdo con la normativa vigente.

ARTICULO 8º- Toda máquina debe estar equipada de medios adecuados de acceso inmediato y visible, para que el operador pueda detenerla rápidamente en caso de urgencia.

ARTICULO 9º- Las maquinarias y los puestos de mando o de conducción deben:

a) Ser de fácil y seguro acceso.

b) Estar provistos de barreras, barandillas u otros medios de protección similares, cuando razones de seguridad así lo exijan.

c) Permitir al conductor una visibilidad suficiente que garantice seguridad para manejar la máquina.

d) Estar provistos de asientos cuando el desarrollo de la tarea así lo permita.

e) En caso que la tarea requiera trabajar de pie, se debe contemplar una plataforma horizontal que permita disponer de espacio adecuado para el apoyo firme y seguro del trabajador.

f) Estar acondicionados de forma tal que minimice las consecuencias nocivas de las condiciones climáticas desfavorables, de las vibraciones y de los demás agentes de riesgo a que esté expuesto el trabajador.

ARTICULO 10.- No se procederá a la inspección, engrase, regulación, limpieza o reparación de ninguna parte de una máquina, motor o mecanismo de transmisión que no estén eficazmente protegidos, mientras se encuentren, en movimiento.

ARTICULO 11.- Los tractores y maquinarias automotrices deben cumplir las siguientes condiciones:

a) Poseer un sistema de frenos capaz de detener su desplazamiento, aún en extremas condiciones de carga máxima.

b) Poseer, en el caso de los primeros, guardabarros en las ruedas traseras que protejan al conductor, en el supuesto de no contar con cabina.

c) Poseer chavetas, provistas de pasadores o seguros u otro dispositivo que impida, el desenganche accidental de acoples o remolques.

d) Poseer una resistencia equivalente o superior a su carga máxima en las chavetas, seguros, pasadores y enganches.

e) Poseer estructura de protección capaz de resistir el peso total del equipo, cuando exista la posibilidad de vuelco, ya sea por las características del terreno o por la naturaleza de las actividades.

f) Poseer escalera y pasamanos u otros mecanismos que asegure el fácil acceso, cuando fuese necesario.

g) Poseer señalización de los riesgos y colores de seguridad como elementos valiosos en la prevención de accidentes.

h) Poseer cinturón de seguridad, luces de circulación para trabajo nocturno, y espejo retrovisor.

ARTICULO 12.- Los motores a combustión interna no deben estar en marcha en lugares que no cuenten con una salida de gases hacia el exterior y donde no exista una adecuada renovación de aire del local. La salida de los escapes de los motores a combustión interna deberá evacuar los gases a la mayor altura posible y estar provistos de arresta-llamas, cuando exista riesgo de incendio.

ARTICULO 13.- El empleador proporcionará a los trabajadores las herramientas en buen estado de conservación, cantidad y tipo adecuados para el desarrollo de la tarea encomendada. Además:

a) Las herramientas deben estar diseñadas y construidas de forma tal que garanticen el uso, traslado y manipulación seguros de las mismas.

b) Los mangos de toda herramienta cortante deben estar provistos de una protección que impida el deslizamiento de la mano hacia la hoja de corte o, en su defecto, estar diseñadas para impedirlo.

c) Las herramientas accionadas por energía eléctrica deben garantizar, que al ser utilizadas, no presenten riesgos de electrocución para los usuarios.

d) Las motosierras o sierras de cadena para la tala de árboles deben poseer dispositivos de seguridad, defensas para las manos, frenos de cadena y cadena bien afilada.

TITULO IV

CONTAMINANTES

ARTICULO 14.-En el lugar de trabajo en el que se desarrollen procesos que produzcan la contaminación del ambiente con gases, vapores, humos, nieblas, polvos, fibras, aerosoles, contaminantes biológicos o emanaciones de cualquier tipo, se deben arbitrar los medios necesarios para minimizar los efectos nocivos que los mismos puedan causar a los trabajadores.

ARTICULO 15.- Se adoptarán los límites permisibles para los contaminantes físico-químicos que actualmente figuren en las Tablas del Decreto Reglamentario Nº 351/79 y la Resolución M.T.S.S. Nº 444/91 que se enumeran a continuación mientras que no se proceda a conformar las tablas para la actividad agraria:

a) Carga Térmica: ANEXO II, CAPITULO 8 del Decreto Nº 351/79.

b) Contaminantes Ambientales: Res. MTSS Nº 444/91.

c) Iluminación: ANEXO IV, CAPITULO 12, TABLAS 1, 2, 3 y 4 del Decreto Nº 351/79.

d) Nivel Sonoro: ANEXO V, CAPITULO 13. TABLAS 1, 2 y 3 del Decreto Nº 351/79.

En todos los casos, para los cálculos de los contaminantes presentes en los ambientes de trabajo, se deben tener en cuenta las particularidades de la actividad, estacionalidad,

condiciones climáticas y tiempos reales de exposición, debiéndose ponderar estos elementos para la valoración final.

ARTICULO 16.- Solamente podrán utilizarse los productos agroquímicos cuyo uso esté permitido por la Autoridad Competente, cumpliendo con las normas de procedimiento emanadas de la misma, para su empleo.

ARTICULO 17.- Las Aseguradoras de Riesgos del Trabajo deben informar y asesorar a los empleadores afiliados acerca de la normativa vigente en materia de manipuleo, uso y deshecho de contaminantes y de sus envases, a fin de que estos la cumplan en su totalidad.

TITULO V

RIESGOS ELECTRICOS

ARTICULO 18.- Las instalaciones eléctricas deben cumplir con la reglamentación de la Asociación Electrotécnica Argentina. Será de aplicación supletoria la normativa establecida por el ENTE NACIONAL REGULADOR DE LA ELECTRICIDAD.

ARTICULO 19.- Los equipos eléctricos deben contar con conexión a tierra, instalada conforme a la normativa aplicable según el artículo anterior.

ARTICULO 20.- Los trabajos de mantenimiento o limpieza de equipos o de instalación eléctrica serán realizados exclusivamente por personal capacitado, debidamente autorizado por el empleador para su ejecución y además:

a) No se ejecutará ningún trabajo sin antes haber desconectado el paso de energía eléctrica mediante el retiro de fusibles u otro medio. Se exceptúa de esta indicación cuando la tarea sea realizada por una persona especializada y cuando se requiera la intervención de equipos energizados.

b) La restauración de la energía eléctrica se efectuará solamente por la persona que ejecutó el trabajo.

ARTICULO 21.- Los motores, disyuntores, conductores eléctricos, los tableros y cualquier otro elemento eléctrico que pueda provocar chispas, deben ser de materiales para atmósferas explosivas cuando se deban instalar en sectores con presencia de concentraciones de polvos vegetales o almacenamiento de líquidos inflamables, capaces de producir incendios o explosiones.

ARTICULO 22.- Los motores, disyuntores, conductores eléctricos, los tableros y cualquier otro elemento eléctrico deben estar convenientemente aislados. El material eléctrico que requiera estar expuesto a la intemperie deberá estar protegido y aislado contra la lluvia.

ARTICULO 23.- En el caso de utilizar cercas eléctricas se debe considerar la tensión de seguridad según lo estipule el ENTE NACIONAL REGULADOR DE LA ELECTRICIDAD.

TITULO VI

MANEJO DE MATERIALES

ARTICULO 24.- En las operaciones de manejo manual de materiales se procederá de acuerdo con lo siguiente:

a) En donde las condiciones de trabajo así lo permita, se debe reemplazar el manejo manual por la utilización de elementos auxiliares para el transporte de cargas.

b) El empleador, asesorado por la Aseguradora de Riesgos del Trabajo, informará al personal de las técnicas correctas para el levantamiento y manejo de materiales en forma manual. La carga máxima a transportar manualmente (sin elementos auxiliares) por trabajador será de CINCUENTA (50) kilogramos en un recorrido de hasta DIEZ (10) metros. En caso de que el transporte manual conlleve la superación de cualquiera de estos DOS (2) límites, será obligatoria la provisión por parte del empleador y la utilización por parte del trabajador, de elementos auxiliares a fin de facilitar el transporte de los objetos.

c) Al manejar o transportar materiales químicos u otros elementos agresivos para las personas, el empleador deberá proporcionar al trabajador los elementos y/o equipos de protección personal o dispositivos que eviten el contacto directo entre las personas o parte de su cuerpo con estos elementos.

ARTICULO 25.- Los silos deben reunir las siguientes condiciones:

a) Estar montados sobre bases apropiadas para su uso y construidos de forma tal que garanticen la resistencia a las cargas que tengan que soportar. Los apoyos deberán estar protegidos contra impactos accidentales, en áreas de circulación vehicular.

b) Las escaleras exteriores verticales de acceso deberán contar con guarda hombres a partir de los DOS (2) metros de altura.

Las aberturas deberán estar protegidas a fin de evitar caídas de los trabajadores.

ARTICULO 26.- Para el desarrollo de las tareas de los trabajadores en los silos, se debe cumplir con los siguientes requisitos:

a) Ventilar el silo, previo al ingreso, a los efectos de lograr una atmósfera apta.

b) Proteger las aberturas de descarga e interrupción del llenado.

c) Proveer de los elementos y/o equipos de protección personal (tales como cinturón de seguridad o “cabo de vida” sujeto a un punto fijo exterior) adecuados a las tareas a realizar.

d) Disponer la permanencia de una persona que, desde el exterior del silo, pueda auxiliar al trabajador en caso de necesidad,

e) Instrumentar las medidas de precaución a fin de evitar la ocurrencia de incendios y explosiones durante el desarrollo de las tareas.

f) No destrabar ni demoler las bóvedas que se formen por compactación o humedad del material almacenado dentro de un silo o galpón, ubicándose debajo o encima de las bóvedas.

ARTICULO 27.- En el armado de estibas con bolsas, debe asegurarse la estabilidad de las mismas, a fin de evitar posibles desplazamientos o lesiones a los trabajadores.

TITULO VII

PROTECCION CONTRA INCENDIOS

ARTICULO 28.- Los productos agroquímicos no podrán ser almacenados junto con productos inflamables. Para la construcción de los depósitos de almacenamiento, ya sea de productos inflamables o agroquímicos, se utilizarán materiales no combustibles. La ventilación e iluminación deben ser las suficientes como para controlar los riesgos existentes.

ARTICULO 29.- La quema de rastrojos debe realizarse bajo condiciones que aseguren el control de la misma. Básicamente, se deberá contemplar:

a) La no realización de quemas en días muy ventosos, con especial atención a la dirección de los vientos predominantes.

b) La realización previa de los cortafuegos pertinentes.

c) La designación de una persona responsable mientras se realice la quema, hasta que no queden restos de fuego.

ARTICULO 30.- En las cercanías de materiales combustibles y donde se produzcan o acumulen polvos de igual característica, sólo se emplearán artefactos de iluminación antideflagrantes.

ARTICULO 31.- Deben controlarse regularmente los acopios de materiales que produzcan fermentación y elevación de la temperatura.

ARTICULO 32.- Las instalaciones y/o lugares de trabajo deberán contarán con la cantidad necesaria de matafuegos y/u otros sistemas de extinción, según las características y áreas de riesgo a proteger, la carga de fuego existente, las clases de fuegos involucrados y la distancia a recorrer para alcanzarlos.

La Aseguradora de Riesgos del Trabajo brindará el asesoramiento acerca de los elementos adecuados a instalar, como así también la capacitación al trabajador en la lucha contra el fuego.

ARTICULO 33.- Se prohibe la instalación y uso de elementos de calefacción fijos o portátiles, eléctricos o a gas, ya sea de orden gaseoso, líquido o pulverulento, en aquellos recintos donde exista peligro de explosión o incendio.

TITULO VIII

VEHICULOS

ARTICULO 34.- Los vehículos utilizados para el transporte de los trabajadores, dentro de los establecimientos, deben cumplir como mínimo con las siguientes exigencias:

a) Los parabrisas y demás vidrios que formen parte de la carrocería deberán ser de seguridad y permitir una buena visibilidad desde y hacia el interior del vehículo.

b) Los frenos deben ser eficaces en función a la carga que en ellos se ha de transportar y deben tener un freno de mano en buen estado.

c) Deben poseer barandas laterales y traseras completas con una altura mínima de UN METRO CON CINCUENTA CENTIMETROS (1,50 m), bancos y escalera que permitan el acceso o descenso de los trabajadores.

d) Los trabajadores se transportarán en forma separada de la carga. Asimismo, los trabajadores no podrán estar de pie o sentados en un lugar del vehículo que no haya sido destinado a tal fin, ni podrán pasarse desde o hacia un vehículo en movimiento.

e) Ningún vehículo debe aprovisionarse de combustible con el motor en funcionamiento.

f) Los conductores deben poseer el registro habilitarte correspondiente.

TITULO IX

EXPLOTACION FORESTAL

ARTICULO 35.- Antes de comenzar los trabajos de desmonte o la tala de árboles debe:

a) Preverse algún tipo de vigilancia o la presencia de algún responsable que imparta indicaciones.

b) Eliminar la presencia de malezas o tocones, macheteando estos últimos al ras para facilitar un trabajo seguro y una salida o escape rápido del área afectada ante la eventual caída de un árbol.

c) Prever y construir caminos de acceso y de salida o escape, adecuados al riesgo de caídas o rodamiento de troncos, ramas o elementos pesados.

ARTICULO 36.- No se permitirá el ingreso a la zona de desmonte o tala señalizada a ninguna persona ajena a los trabajos. Cuando se proceda a derribar un árbol, los trabajadores que no estén desarrollando directamente la operación de volteo, deben mantenerse a una distancia radial de seguridad igual al doble de la longitud del árbol que será talado y estar equipados con cascos de seguridad.

ARTICULO 37.- Cuando para las operaciones de volteo o desrame se utilicen motosierras de cadena, estas deben reunir las siguientes condiciones:

a) Estar bien afiladas.

b) Poseer embrague en buen estado de funcionamiento.

c) Disponer de parada de emergencia operativa, voluntaria e involuntaria (freno de cadena).

d) Poseer protección para las manos en el asidero (manija anterior de la máquina) y en la empuñadura (manija posterior).

e) Poseer una funda protectora rígida para su traslado.

ARTICULO 38.- El operador de una motosierra de cadena, debe estar equipado con los siguientes elementos de protección personal:

a) Casco de seguridad.

b) Protector visual tipo malla de acero.

c) Protectores auditivos.

d) Guantes.

e) Pantalones anticorte.

f) Calzado de seguridad.

ARTICULO 39.- El operador de una motosierra de cadena debe recibir instrucción y entrenamiento sobre los siguientes aspectos de su correcta utilización:

a) Sistemas de seguridad del equipo.

b) Posición de los pies durante el corte.

c) Uso del equipamiento de protección personal.

d) Carga del tanque de combustible de la motosierra.

e) Accionamiento del arranque del motor.

f) Formas de corte según tipo y estado del árbol.

ARTICULO 40.- Para las labores de poda o desrame, el empleador debe proporcionar los siguientes elementos mínimos de trabajo y protección:

a) Escalas adecuadas.

b) Trepadores.

c) Casco con barbijo.

d) Protector visual.

e) Guantes de puño largo.

f) Cinturón de seguridad.

g) Protección de lona para las piernas.

h) Calzado de seguridad.

ARTICULO 41.- Los trabajadores están obligados a utilizar en forma permanente, mientras dura la exposición al riesgo, los elementos y/o equipos de protección personal.

ARTICULO 42.- Cuando existan pendientes de fuerte declive, los árboles o troncos caídos deben fijarse, asegurarse o posicionarse para evitar que rueden, afectando la seguridad de los trabajadores.

ARTICULO 43.- Los sistemas de arrastre y transporte de troncos serán programados y ejecutados de tal forma que no generen riesgo para la seguridad personal.

TITULO X

ANIMALES

ARTICULO 44.- La vivienda de los trabajadores debe encontrarse aislada de los galpones de animales.

ARTICULO 45.- En los tratamientos sanitarios, vacunaciones, curaciones de heridas, tareas de descornado y otras que exijan contacto del hombre con los animales, se implementarán medidas que permitan sujetar y controlar los movimientos del animal.

ARTICULO 46.- Cuando se utilice tracción animal, se deben usar aperos en buen estado de conservación.

ARTICULO 47.- A fin de prevenir la zoonosis, se deben tomar las siguientes medidas de carácter general:

a) Evitar el contacto directo del trabajador con la mucosa o sangre de los animales y con sus excrementos.

b) Al finalizar tareas que lo pongan en contacto con animales, el trabajador deberá higie-

nizarse, igual precaución deberá adoptar, antes de fumar y de toda ingesta de alimentos o infusiones.

c) Se debe disponer de un lugar destinado para la ropa que estuvo en contacto con los animales, a fin de evitar su contacto con la ropa limpia.

d) Se incinerarán los cadáveres de los animales muertos por causa de enfermedades contagiosas o desconocidas, evitando el contacto del animal con el trabajador.

TITULO XI

CAPACITACION Y PROTECCION A LOS TRABAJADORES

ARTICULO 48.- Se tenderá a la minimización de los riesgos en la fuente de trabajo. Hasta tanto esto se alcance, se debe proveer y capacitar en el uso de elementos de efectiva protección personal a los trabajadores de acuerdo al riesgo a que estén expuestos. Las Aseguradoras de Riesgos del Trabajo deben informar a los empleadores acerca de la necesidad de otorgar equipos de protección personal de acuerdo al riesgo. Una vez determinada la necesidad del uso, de equipos y elementos de protección personal, su utilización será obligatoria.

ARTICULO 49.- La capacitación que debe brindarse a los trabajadores debe incluir:

a) Identificación de los riesgos y su impacto en la salud.

b) Normas de procedimiento para el uso y manipuleo de materiales, maquinarias, herramientas y elementos de protección personal de acuerdo al riesgo a que estén expuestos por el desempeño de la tarea encomendada.

c) Nociones de primeros auxilios, cuando el riesgo a que el trabajador esté expuesto así lo amerite.

ARTICULO 50.- La capacitación se brindará a todos los trabajadores de acuerdo a la tarea que desarrollen y acorde al nivel educacional alcanzado.

ANEXO III

CAMPAMENTOS FORESTALES

Ley N°° 22.248, Decreto Reglamentario N°° 563 del 24 de marzo de 1981.

ARTICULO 1°.- AMBITO PERSONAL. Establécense las siguientes condiciones generales de trabajo, las que serán aplicables a todos los trabajadores que se desempeñen en tareas de carácter cíclico, estacional, temporario y no permanente, en las actividades comprendidas en el Régimen Nacional de Trabajo Agrario (Ley N° 22.248), en el ámbito de todo el territorio del país, cuando deban habitar en el lugar en donde desarrollan sus tareas y en campamentos y/o estructuras habitacionales fuera de centros urbanos.

ARTICULO 2°.- ALOJAMIENTO. REQUISITOS MINIMOS. Cuando el contrato laboral contemple o requiera la provisión de alojamiento en las condiciones antedichas, durante todo o parte del tiempo que comprenda el mismo, éste deberá ser construido con materiales que garanticen un adecuado estándar de confort y habitabilidad, condiciones de seguridad, higiene, abrigo, luz natural y artificial. Asimismo deberá contar con ambientes con características específicas que consideren el número de personas que habrán de alojar, debiendo reunir los siguientes requisitos mínimos:

a) La altura mínima de la vivienda no podrá ser inferior a dos metros con sesenta centímetros (2,60 m).

b) La longitud de la vivienda será variable dependiendo de la cantidad de trabajadores a alojar.

c) Las habitaciones alojarán hasta un máximo de cuatro (4) trabajadores en los campamentos o estructuras habitacionales fijos y hasta un máximo de ocho (8) trabajadores en los campamentos o estructuras habitacionales móviles.

d) La vivienda dispondrá de una ventana por cama.

e) El volumen de aire mínimo en la vivienda deberá ser de 15 m^3 por persona y las renovaciones de 12 m^3 por persona por hora.

f) Contarán con iluminación natural y artificial adecuada.

g) Las viviendas serán revestidas de aislantes térmicos en paredes y techos, adecuados a las condiciones climatológicas propias de la región en la que se emplace.

h) Los pisos serán de madera sin espacios, de cemento alisado o de cualquier material aislante del suelo que garantice un correcto desplazamiento y sea de fácil limpieza.

i) Las aberturas al exterior deberán cerrar de modo tal de evitar filtraciones de aire y agua.

j) Cuando se contraten trabajadores de diferentes sexos, las viviendas serán adecuadas a los específicos requerimientos de cada uno de ellos.

k) En caso de contratarse familias se deberá asignar un alojamiento individual por cada grupo familiar.

Cuando se utilicen alojamientos o estructuras habitacionales móviles, éstas deberán ajustarse a los parámetros generales consignados precedentemente.

ARTICULO 3º.- SERVICIOS SANITARIOS. CARACTERISTICAS.

Los servicios sanitarios deberán contar con:

a) Una (1) ducha cada cuatro (4) personas con agua caliente y fría.

b) Un (1) inodoro cada cuatro (4) trabajadores.

c) Un (1) orinal cada cuatro (4) trabajadores.

e) Un (1) lavabo cada cuatro (4) trabajadores.

e) Cámara séptica.

f) Pozo atmosférico —extendido horizontal—.

g) Una (1) pileta para el lavado de ropa.

Deberá disponerse de servicios sanitarios adecuados e independientes para cada sexo, en cantidad suficiente y proporcional al número de personas que allí trabajen.

ARTICULO 4º.- ENERGIA ELECTRICA. Los alojamientos deberán disponer de energía eléctrica durante las veinticuatro (24) horas. Las características técnicas y de seguridad deberán respetar la normativa vigente en la materia y como mínimo ajustarse a las siguientes condiciones:

a) Cuando la provisión de energía eléctrica sea suministrada mediante línea deberá contar con tablero seccional provisto de disyuntor y puesta a tierra.

b) Cuando sea provista mediante generador se suministrará bajo las mismas condiciones precedentes.

c) Cuando la alimentación se realice mediante batería solar se utilizará hasta un máximo de 50 V.

ARTICULO 5º.- COCINA. La cocina deberá reunir las medidas de higiene y limpieza que aseguren condiciones de calidad en la comida de los trabajadores. Las instalaciones deberán observar las siguientes condiciones:

a) Fogones (con chapa para ollas y fuego abierto dentro de la chimenea).

b) Estarán equipadas de mesada con canilla (acero inoxidable)

c) Provisión de agua potable, fría y caliente.

d) Heladeras o freezer

e) Despensa cerrada con alambre tejido.

f) Cerramiento total con ventanas y dos puertas de acceso.

g) Iluminación y ventilación acorde.

h) Asegurar disponibilidad de platos, cubiertos y vasos para quien la requiera.

i) Cada campamento y/o estructura habitacional deberá contar con los suficientes contenedores de residuos alejados de los alimentos.

ARTICULO 6º.- PARARRAYOS. En las áreas y espacios en donde se instalen las viviendas temporarias, se deberá disponer de pararrayos de suerte de brindar cobertura en toda la superficie que comprenda el campamento.

ARTICULO 7º.- TELEFONOS CELULARES. El empleador deberá proveer un teléfono celular con línea activa por cada 15 (quince) trabajadores; pudiendo realizar cada uno de ellos 1 (una) llamada diaria sin cargo alguno. Las restantes llamadas que hicieran los trabajadores serán con cargo y en función del precio que fije la compañía proveedora del servicio telefónico.

En caso de hallarse el establecimiento en una zona carente de cobertura inalámbrica, el empleador deberá contratar un servicio de telefonía y/o radio que garantice la utilización mínima consignada en el párrafo precedente por cada trabajador.

El empleador deberá asegurar una comunicación efectiva en cada campamento, la cual estará las VEINTICUATRO (24) horas disponible, para comunicaciones de fuerza mayor y/o emergencias.

ARTICULO 8º.- ALIMENTACION. La alimentación de los trabajadores deberá ser sana, suficiente, adecuada y variada, según el área geográfica y la actividad que se desarrolle, y su provisión estará a cargo del empleador. Cuando a los trabajadores no les sea posible adquirir productos para su consumo adicional por la distancia a los lugares de abastecimiento o las dificultades del transporte, el empleador deberá proporcionárselos en las condiciones establecidas en el siguiente artículo.

ARTICULO 9º.- RETENCIONES, DEDUCCIONES Y COMPENSACIONES. PROHIBICION. El empleador podrá expender a su personal mercaderías, no pudiendo en ningún supuesto retener, compensar, descontar o deducir del salario en forma directa el valor de las mismas. Para el expendio autorizado deberá observar las siguientes condiciones:

a) que la adquisición fuere voluntariamente solicitada por el trabajador;

b) que el precio de las mercaderías producidas en el establecimiento fuere igual o inferior al corriente en la zona y que sobre el mismo se acordare una bonificación especial al trabajador; y

c) que el precio del resto de las mercaderías guarde razonable relación con los precios de mercado de la localidad más próxima.

ARTÍCULO 10º.- AGUA POTABLE. El empleador deberá suministrar agua apta para consumo y uso humano, en cantidad y calidad suficientes, alcanzando esta obligación a su provisión en los alojamientos de los trabajadores y lugares previstos para el desarrollo de las tareas.

ARTICULO 11º.- ENVASES DE SUSTANCIAS TOXICAS. ALMACENAMIENTO. Los envases que contengan o hubieran contenido sustancias químicas o biológicas deberán ser almacenados en lugares especialmente señalizados y a distancia suficiente de los lugares de alojamiento del personal para evitar cualquier daño a su salud.

El tratamiento de residuos peligrosos deberá efectuarse de conformidad con la normativa vigente y las resoluciones que a tal efecto dicte la COMISION NACIONAL DE TRABAJO AGRARIO en consulta con los organismos competentes.

ARTÍCULO 12º.- EQUIPOS DE TRABAJO. Se establece como obligatoria la provisión por parte del empleador de 1 (un) equipo de trabajo para los trabajadores no permanentes.
La entrega de estos equipos se hará efectiva al comienzo de la relación laboral. La CNTA podrá establecer las particularidades y características de los mismos conforme las distintas regiones y actividades específicas.

ARTÍCULO 13º.- ELEMENTOS DE SEGURIDAD. SUMINISTRO POR EL EMPLEADOR. Será obligación del empleador la provisión de elementos de seguridad y protectores personales cuando, por razones derivadas de las formas operativas propias del trabajo, fuere necesario su uso.

Igual obligación le corresponde respecto de los elementos de protección individual cuando el trabajador realizare tareas a la intemperie, en caso de lluvia, terrenos anegados u otras situaciones similares.

Cuando el trabajador debiere realizar tareas peligrosas o en lugares que impliquen riesgos para su salud, el empleador deberá informarle acerca de esos peligros o riesgos, instruirlo sobre las adecuadas formas de trabajo y suministrarle los elementos de protección personal que fueren necesarios.

ARTICULO 14º.- LIMPIEZA DE ROPA DE TRABAJO. OBLIGACION DEL EMPLEADOR. En aquellas tareas que impliquen la realización de procesos o manipulación de sustancias tóxicas, irritantes o agresivas en cualquiera de sus formas, la limpieza de la ropa contaminada estará a cargo del empleador.

ARTICULO 15º.- TRASLADOS. El empleador deberá proporcionar los medios de transporte necesarios, los cuales deberán reunir los requisitos de seguridad que determinen las normas vigentes.

Los trabajadores rurales no podrán ser trasladados en camiones. Los vehículos a utilizarse deberán haber sido construidos con destino al transporte de personas.

En caso de ser trasladados en vehículos de carga o en utilitarios, solamente podrán viajar en los lugares diseñados para el traslado de personas. La cantidad máxima de trabajadores que podrán viajar en cada vehículo estará determinada por la cantidad de asientos fijos provistos, sea cual fuere la distancia a recorrer.

ARTICULO 16º.- EMPLEADOR. DEBERES ESPECIFICOS. El empleador deberá instrumentar las acciones necesarias a fin de que el alojamiento del trabajador se mantenga libre de malezas a su alrededor, y se encuentren controladas las fuentes de riesgos eléctricos y de incendios, así como la posibilidad de derrumbes u otros peligros específicos a los que estuviera expuesto.

ARTICULO 17º.- HIGIENE Y SEGURIDAD. El trabajo agrario deberá realizarse en adecuadas condiciones de higiene y seguridad a fin de evitar enfermedades profesionales o accidentes de trabajo.

El empleador deberá hacer observar las pausas y limitaciones a la duración del trabajo establecidas por Resolución C.N.T.A. Nº 71/08 y demás normas reglamentarias o complementarias, y adoptar las medidas que según el tipo de trabajo, la experiencia y la técnica sean necesarias para tutelar la integridad psicofísica y la dignidad de los trabajadores, debiendo evitar los efectos perniciosos de las tareas penosas, riesgosas o determinantes de vejez o agotamiento prematuro, así como también, los derivados de ambientes insalubres o ruidosos.

Asimismo, estará obligado a observar las disposiciones legales y reglamentarias pertinentes sobre higiene y seguridad en el trabajo. El trabajador podrá rehusarse a la prestación de trabajo, sin que ello le ocasione pérdida o disminución de la remuneración, si el mismo le fuera exigido en trasgresión a tales condiciones, siempre que exista peligro inminente de daño o se hubiera configurado el incumplimiento de la obligación mediante constitución en mora o si, habiendo el organismo competente declarado la insalubridad del lugar o de las tareas, el empleador no adoptara las medidas o no proporcionara los elementos que dicha autoridad establezca.

ARTICULO 18º.- PROHIBICION DEL TRABAJO INFANTIL. Queda prohibido el trabajo de las personas menores de dieciséis (16) años en todas sus formas, exista o no relación de empleo, y sea aquél remunerado o no.

ARTICULO 19º.- TRABAJO ADOLESCENTE. Las personas desde los dieciséis (16) años y hasta los dieciocho (18) años, pueden celebrar contrato de trabajo con autorización de sus padres, responsables o tutores, conforme lo determine la reglamentación que en consecuencia se dicte.

Si el adolescente vive independientemente de sus padres se presumirá la autorización.
ARTICULO 20º.- CERTIFICADO DE APTITUD FISICA. El empleador, al contratar trabajadores adolescentes, deberá exigir de los mismos o de sus representantes legales, un certificado

médico extendido por un servicio de salud pública que acredite su aptitud para el trabajo, y someterlos a los reconocimientos médicos periódicos que prevean las reglamentaciones respectivas.

ARTICULO 21º.- CERTIFICADO DE ESCOLARIDAD. El empleador, al contratar al trabajador adolescente, deberá solicitarle a él o a sus representantes legales el certificado de escolaridad previsto en el artículo 29 de la Ley Nº 26.206.

ARTICULO 22º.- TRABAJO EN EMPRESA DE FAMILIA. Las personas mayores de catorce (14) años y menores dieciséis (16) años de edad podrán ser ocupados en explotaciones cuyo titular sea su padre, madre o tutor, en jornadas que no podrán superar las tres (3) horas diarias, y las quince (15) horas semanales, siempre que no se trate de tareas penosas, peligrosas y/o insalubres, y que cumplan con la asistencia escolar. La explotación cuyo titular sea el padre, la madre o el tutor del trabajador menor que pretenda acogerse a esta excepción a la edad mínima de admisión al empleo, deberá obtener autorización de la autoridad administrativa laboral de cada jurisdicción. Cuando, por cualquier vínculo o acto, o mediante cualquiera de las formas de descentralización productiva, la explotación cuya titularidad sea del padre, la madre o del tutor se encuentre subordinada económicamente o fuere contratista o proveedora de otra empresa, no podrá obtener la autorización establecida en esta norma.

ARTICULO 23º.- ESPACIOS DE CUIDADO Y CONTENCION. En las explotaciones agrarias, cualquiera sea la modalidad de contratación, el empleador deberá habilitar espacios de cuidado y contención adecuados a fin de atender a los niños y niñas a cargo del trabajador, durante todo el tiempo que dure la jornada laboral y poner al frente de los mismos a personal calificado y/o con experiencia en el cuidado de la infancia.

Este servicio deberá atender a los niños y niñas que aún no han cumplido la edad escolar y también, en contra turno, a los que asisten a la escuela hasta cubrir la jornada laboral de los adultos a cuyo cargo se encuentren.

La C.N.T.A. establecerá, a través de propuestas elevadas por las Comisiones Asesoras Regionales, en función a las características de cada actividad específica o región, los requisitos mínimos que deberán cumplir los espacios de contención para niños y niñas, así como la cantidad de trabajadores a partir de la cual se exigirá a los empleadores la obligación establecida en el párrafo primero, teniendo en cuenta las particularidades locales y regionales y las peculiaridades de la actividad agraria respectiva.

ARTICULO 24º.- DEBER DE INFORMAR A LOS TRABAJADORES. Los trabajadores deben ser informados por el empleador al contratarlos y con anticipación al inicio efectivo de las tareas acerca de las siguientes cuestiones:

a) El lugar geográfico en donde habrán de desempeñar sus labores.

b) La ubicación y medio de contacto con las autoridades laborales provincial, nacional y la entidad sindical con personería gremial de la actividad y/o a la que se encuentre afiliado.

c) La forma de determinación del salario, componentes remunerativos y períodos de pago.

d) La aseguradora de riesgo del trabajo (ART) a la que se encuentre afiliado el empleador y modo de contacto en caso de accidente.

ARTICULO 25°.- GARANTIAS EFECTIVAS QUE DEBEN ASEGURARSE A LOS TRABAJADORES. Los empleadores deberán garantizar a los trabajadores, en forma efectiva:

a) Libertad ambulatoria y de ingreso y salida una vez cumplida la jornada de trabajo.

b) Un trato digno y respetuoso.

c) Preservación de la salud, y prevención adecuada de los riesgos que puedan afectarla.
ARTICULO 26°.- MEJORES CONDICIONES ESTABLECIDAS. Lo dispuesto en esta Resolución no afectará las mejores condiciones pactadas por las partes o establecidas en Resoluciones de la COMISION NACIONAL DE TRABAJO AGRARIO o de la COMISION NACIONAL DE TRABAJO RURAL que se mantuvieren vigentes.

ARTICULO 27°.- PENALIDADES. El incumplimiento por el empleador de los deberes previstos en la presente Resolución, lo hará pasible de las penalidades previstas en las normas vigentes que sancionan las infracciones a la legislación laboral. Las obligaciones a cargo del empleador establecidas en las disposiciones referidas precedentemente, no serán compensables en dinero ni constituirán, en ningún caso, remuneración.

ARTICULO 28°.- REGLAMENTACION. La COMISION NACIONAL DE TRABAJO AGRARIO podrá adecuar las condiciones de infraestructura que deberán respetar los alojamientos en función a las diversas características y necesidades de las diferentes regiones y producciones específicas, observando siempre los requisitos mínimos previstos en la presente Resolución.

ANEXO IV

Mantenimiento y afilado de Motosierra

Mantenimiento diario:

- Controlar el funcionamiento del gatillo de seguridad en aceleración.
- Controlar el freno de cadena, limpiar.
- Limpiar filtro de aire.
- Limpiar la espada, engrasar el rodamiento estrella, y dar vuelta.
- Verificar la lubricación con aceite en cadena y espada.
- Tensionar la cadena en frío.
- Afilar en el bosque y en el campamento afilar en la morsa.
- Controlar si las tuercas y tornillos están debidamente apretados.
- Controlar el botón pare.

Mantenimiento semanal:

- Revisar los tacos/resortes de amortiguación. Este punto es muy importante ya el sistema de amortiguación reduce las vibraciones transmitidas al sistema mano-brazo.
- Lubricar con grasa el asiento del rodamiento del embrague.
- Revisar el resorte del embrague y su desgaste.
- Limpiar el carburador, revisar membranas.
- Controlar los filtros de nafta.
- Limpiar el tanque de aceite con mezcla.
- Controlar los insertos de cables eléctricos, bujía y zona de encendido.

Mantenimiento Mensual:

- Revisar si presenta desgaste la cinta de freno.
- Limpiar el juego de centro embrague.

- Cambiar el filtro de nafta.

- Limpiar el tanque de nafta.

- Limpiar y lubricar el resorte de arranque verificando su estado. Si está defectuoso reemplazarlo.

Afilado de la cadena:

Para lograr un buen afilado y mantenimiento es recomendable usar las limas apropiadas. Esto permite realizar el trabajo más fácil y rápidamente. Para mantener los ángulos del eslabón cortante y lograr un afilado correcto se requiere:

- Colocar un mango a la lima para poder dirigirla mejor.

- Sostener la lima con las dos manos, colocando una mano en el mango y la otra en la punta de la lima.

- El antebrazo, mano y lima deben estar en la misma dirección del ángulo superior.

- Mantener la lima en posición horizontal o con una inclinación de la punta hacia arriba de 10º (depende del tipo de eslabón cortante)

- Para la lima en ángulo de 30 o 35º (ángulo superior dependiendo del tipo de eslabón cortante). Para lograr un ángulo normal de corte mantener la lima paralela al borde del filo del diente cortante.

- Mantener una décima parte de la lima saliendo del filo del diente cortante.

- El afilado debe hacerse con una presión suave y uniforme.

- El filo del diente cortante se debe afilar pasando de extremo a extremo toda la lima.

- El afilado se debe hacer solamente en la pasada de ida, en la pasada de vuelta la lima no debe tocar el diente cortante.

LOS RECURSOS FORESTALES NO MADEREROS

AUTORES: Carolina Barroetaveña y Oscar Troncoso

Revisores: Sara Castañeda y Alejandro Dezzotti



Cómo se cita este capítulo:

Barroetaveña C. y O. Troncoso. 2015. Los recursos forestales no madereros. Manual de Buenas Prácticas para el manejo de plantaciones forestales en el noroeste de la Patagonia. Editores: L. Chauchard, M.C. Frugoni, C. Nowak. Editorial Buenos Aires. Cap. 11. p: 315-334



DEFINICIÓN Y CLASIFICACIONES DE LOS PRODUCTOS FORESTALES NO MADEREROS

El término Producto Forestal No Maderable o No Maderero (PFNM), conocido internacionalmente también como *Non Timber Forest Products* (NTFP) o *Non Wood Forest Products* (NWFP), es la denominación más comúnmente utilizada para productos silvestres que no incluyen a la madera aserrada. Existe una variedad de definiciones y términos relacionados, como los Productos No Madereros para la construcción (PFNMC), así como para los Bienes y Servicios no madereros (BSNM) que corresponden a distintas percepciones y necesidades.

El componente principal en las definiciones de PFNM es que excluyen la madera para el aserrado u otra transformación que implique apear el árbol, y que el producto, beneficio o servicio, deben proceder de un bosque o de árboles situados en otros terrenos (plantaciones, cortinas, arbolado urbano, bosquetes, etc.). El concepto es que el producto que interesa sea útil para la sociedad humana. Como tal, cualquier parte de cualquier vegetal o animal aprovechado para usarlo, puede describirse como un PFNM (Wong *et al.* 2001). La FAO (1999) ha adoptado la siguiente definición práctica

Los productos forestales no madereros consisten en bienes de origen biológico distinto de la madera y procedentes de los bosques, de otros terrenos arbolados y de árboles situados fuera de bosques.

Sin embargo, existe discusión sobre si los PFNM incluyen sólo productos, es decir bienes, o también servicios, es decir beneficios fuera del mercado de valores. Lund *et al.* (1998) realizaron una discusión detallada sobre este punto y eligieron utilizar el término *Recursos Forestales No Madereros* (RFNM), incluyendo de esta manera todos los productos, servicios, valores de uso personal, valores estéticos, valores turísticos, y otros valores de los terrenos forestales, excluyendo productos de madera aserrada.

En este manual abordaremos a los PFNM, considerando bienes o productos diferentes de la madera de árboles apeados, provenientes de plantaciones con coníferas exóticas o sitios potencialmente forestables con estas especies en Patagonia.

LosPFNM pueden clasificarse de diferentes modos:

- Por la **finalidad de uso** (para alimentos, medicinas, materiales para techos, etc.).
- Por el **nivel de uso** (personal, comercial).
- Por el **tipo de producto** cosechado (hojas, frutos, tallos, exudado, corteza, etc.).

Una de las clasificaciones por finalidad de uso los agrupa en cuatro líneas generales de productos (Hammett *et al.* 1998):

1. ***Productos forestales comestibles:*** hongos comestibles, bayas, frutos secos, jugos y resinas, helechos, tubérculos y bulbos silvestres.

2. P***roductos especiales de madera:*** producidos a partir de árboles o partes de árboles, pero con madera sin aserrar, como nudos, ramitas, ramas, tumores que se procesan directamente o que mediante un procesado intermedio se convierte en madera de construcción; incluye artesanías, esculturas, utensilios y contenedores, así como muebles hechos de ramas, ramitas, y vides, y herramientas e instrumentos musicales hechos de madera que no se ha aserrado de troncos.

3. ***Verdes florales:*** plantas forestales y partes de plantas para arreglos decorativos, florales o adornos secos; los usos incluyen arreglos de flores secas o frescas, aceites aromáticos, verdes para arreglos, relleno de canastas, guirnaldas y armado de cuerdas.

4. ***Suplementos medicinales y dietéticos:*** plantas o partes de ellas, frescas, secas, procesadas, o sus extractivos, con fines terapéuticos o como suplementos dietéticos.

Otra clasificación más amplia y minuciosa por finalidad de uso, que incluye los servicios ambientales (Davidson-Hunt *et al.* 2001), propone:

1. ***Productos alimenticios:*** bayas, bebidas, aceites esenciales, agentes saborizantes, hierbas y especias, miel, jugos, jarabes, azúcares, mantequillas, hongos, nueces, semillas, tés y verduras.

2. ***Materiales y productos de manufactura:*** adhesivos, alcohol, velas, paño, aceites esenciales, fragancias, incienso, lignosulfonatos, resinas, trementina, productos de madera especiales, material de relleno, hilo y cuerda.

3. ***Productos para el cuidado de la salud y personales***: aceites de aromaterapia, productos cosméticos, drogas, aceites esenciales, productos herbales para la salud, nutracéuticos, perfumes y fragancias, productos para el cuidado de mascotas, champús y jabones.

4. ***Productos decorativos y estéticos:*** árboles de Navidad, artesanías con conos o corteza, artesanía de madera, tallas, arreglos florales, coronas, guirnaldas y tintes naturales.

5. ***Productos ambientales:*** biocombustibles, bioplaguicidas, productos reciclados; productos para el Jardín y paisajismo: árboles ornamentales, arbustos, flores silvestres, gramíneas, mulching y enmiendas del suelo.

6. ***PFNM no consuntivos:*** turismo de patrimonio natural y cultural, educación ambiental, conservación de la biodiversidad, recreación y calidad del agua.

Según el nivel de uso y el mercado, Tacón (1999) clasifica los PFNM en:

1. ***Productos sin mercado establecido:*** mantienen un enorme valor de uso tradicional, pero no han establecido mercado alguno por tener una producción muy limitada, una distribución geográfica muy restringida o debido a su escasa valoración o al desconocimiento por parte de los consumidores urbanos.

2. ***Productos con mercado local:*** productos con una marcada estacionalidad y muy perecederos, por lo que solamente han logrado desarrollar una cadena de comercialización muy corta. En general, se comercializan en fresco puerta a puerta o en ferias de localidades muy cercanas a su lugar de cosecha.

3. P***roductos con mercado nacional:*** productos con mayor productividad y menos perecederos, que hace posible su almacenamiento, el radio de comercialización se amplía a las grandes ciudades. El valor comercial motiva a intermediarios o acopiadores a desplazarse a las zonas rurales, comprando la producción al recolector en el mismo predio.

4. ***Productos con mercado internacional:*** empresas exportadoras se abastecen a partir de una red de acopiadores que abarcan amplias zonas del país. El procesamiento predial y la venta directa por parte del recolector es mucho más complicada, debido a los altos estándares de calidad exigidos por las empresas exportadoras, que en general están radicadas fuera de las zonas productoras. Esta clasificación es útil para estudios económicos de los PFNM.

La tercera categorización, por el tipo o la parte del PFNM usado, incluye:

1. ***Partes reproductivas:*** frutas, nueces, semillas, semillas oleaginosas.

2. ***Exudados de las plantas:*** látex, resina, néctar.

3. ***Estructuras vegetativas:*** fibras, raíces, cortezas, puntas de los tallos, etc.

Permite evaluar el impacto potencial de la cosecha, dado que la cosecha de frutas, frutos secos y semillas es la menos destructiva, la extracción de exudados depende de la intensidad de la cosecha, mientras que la cosecha de las estructuras vegetativas es generalmente la más destructiva, a menudo causando la muerte del individuo o poblaciones. Constituye una buena herramienta para abordar el manejo sistemas sostenibles con aprovechamiento de PFNM.

La visión unidimensional del bosque como productor exclusivo de madera se ha modificado en los últimos años, motorizando una importante transición hacia modelos de gestión forestal diversificados e integrados. Esta transición incorpora una revalorización del bosque extendiendo su producción de bienes a otros dominios; especialmente los productos forestales no maderables, pese a su extensa utilización y su importancia para las economías campesinas de zonas forestales, han sido poco contempladas en las políticas y las estadísticas forestales oficiales.

PRODUCTOS FORESTALES NO MADEREROS ESTUDIADOS EN PLANTACIONES DE LA PATAGONIA

En las plantaciones de coníferas en las zonas de secano de la Patagonia, los productos estudiados y con evaluaciones reportadas hasta la actualidad incluyen a los hongos silvestres comestibles, los aceites esenciales de residuos de poda, los aceites esenciales de plantas aromáticas y las plantas medicinales aromáticas, comestibles, tintóreas y ornamentales.

HONGOS SILVESTRES COMESTIBLES

Se denominan así a aquellos hongos con reconocidas características comestibles, que se cosechan en ambientes naturales, sujetos a las condiciones climáticas y del sitio. Esto generalmente se asocia al modo de vida micorrícico (hongos asociados a raíces de árboles, de los cuales obtiene sus nutrientes) o a especies saprófitas o degradadoras que no se han podido domesticar en cultivo. En las plantaciones de coníferas de la Patagonia, la disponibilidad de este recurso se ve condicionado por las bajas precipitaciones, las bajas temperaturas y la estacionalidad marcada.

El relevamiento de las especies de hongos silvestres comestibles asociados a plantaciones de coníferas exóticas en Patagonia (Barroetaveña 2006, Barroetaveña *et al.* 2005, 2007) reveló que las especies con posibilidades de aprovechamiento son ***Suillus luteus*** (Fr.) Gray, S***uillus lakei*** (Murrill) A.H. Sm. & Thiers, ***Rhizopogon roseolus*** (Corda) Th. Fr., y con baja abundancia y distribución ***Lactarius deliciosus*** (L.) Gray. Otras especies comestibles que se detectaron fueron *Tuber borchii* Vittad. y *Tuber californicum* Hk., aunque con distribución y abundancia muy baja y únicamente desarrolladas en camas de vivero con pino oregón.

Suillus luteus conocido como “hongo del pino” fructifica solitario o en racimos, posee sombrero hemisférico grande, de 5-12 cm de diámetro, castaño a ocre amarillento, víscido, con “esponja” en el envés de color amarillo pálido a ocrácea (Figura 1). Aparece asociado a plantaciones y viveros de pino ponderosa (*Pinus ponderosa*), plantaciones de pino radiata (*Pinus radiata*),y muy ocasionalmente en plantaciones de pino oregón (*Pseudotsuga menziesii*). En las provincias de Río Negro, Chubut y Neuquén, fructifica abundantemente en otoño y ocasionalmente en primaveras muy húmedas (para descripción más completa ver Barroetaveña 2006). Posee un muy buen valor comestible. Debe consumirse luego de secado, en el caso de hacerlo fresco debe estar bien cocido (ver Valtriani *et al.* 2010: Guía de aprovechamiento, procesamiento, secado, productos y recetas).



Figura 1. *Suillus luteus*. Presente en plantaciones de *Pinus* spp., con la superficie del sombrero víscida, castaña, y “esponja” amarilla debajo.

Suillus lakei fructifica solitario o en racimos, posee sombrero hemisférico, de 6-12 cm de diámetro, color ocre, seco y cubierto por escamas castaño rojizas que se levantan sobre la superficie, con "esponja" en el envés formada por tubos amarillo ocráceo, poco profundos y de forma poligonal irregular. Se distingue fácilmente de *Suillus luteus* por las escamas del sombrero y los poros más grandes e irregulares de la esponja (Figura 2). En las provincias de Neuquén, Río Negro y Chubut fructifica sólo en plantaciones de pino oregón, en otoños lluviosos o en zonas con alta pluviometría. Posee un muy buen valor comestible.



Figura 2. *Suillus lakei*. Presente en plantaciones de pino oregón, con escamas conspicuas sobre el sombrero, y "esponja" amarilla debajo.

Rhizopogon roseolus fructifica enterrado o semienterrado en la hojarasca o el suelo mineral, generalmente en grupos; posee una fructificación globosa a subglobosa, a veces aplastada, 2,5-5,0 cm de diámetro, lisa y seca. La etapa comestible de esta fructificación es mientras está inmadura, caracterizada por el color rosado pálido a vináceo, o blanco con zonas rosadas por fuera y blanco por dentro, con olor ligeramente frutado. Cuando madura, la superficie toma usualmente coloración amarilla o amarilla oscura, y por dentro, amarillento ocre a oliváceo (Figura 3). Se encuentra ampliamente distribuido en viveros y plantaciones de pino ponderosa, presente en pino radiata. Se distingue fácilmente de las otras especies de *Rhizopogon* asociadas a pino ponderosa, como *R. ellenae* o *R. subolivascens* por el color rosado o amarillo de la superficie de la fructificación (Barroetaveña 2006). En las provincias de Río Negro, Chubut y Neuquén se lo encuentra fructificando especialmente en otoño pero también se lo puede encontrar durante primaveras lluviosas. Posee un buen valor comestible sólo cuando está inmaduro; sin un sabor definido, su textura esponjosa es interesante y le permite absorber sabores al ser cocinado. Se usa en guisados y conservas.

Lactarius deliciosus fructifica solitario o en grupos, posee sombrero con forma de embudo, de 5-18 cm de diámetro, castaño claro a canela con bandas concéntricas más oscuras y con manchas verdes que se acentúan con el manipuleo, la superficie es pruinosa y posee laminillas en el envés, decurrentes y anaranjadas con manchas verdosas (Figura 4). Fue detectado en Neuquén y Río Negro fructificando en otoño, en plantaciones puras de pino



Figura 3. *Rhizopogon roseolus*. Presente en plantaciones de *Pinus* spp. A la izquierda la fructificación inmadura, en el momento cuando es comestible; a la derecha la fructificación madura, ya pasada para ser consumida.

silvestre (*Pinus sylvestris* L.), y mixtas de pino ponderosa, pino radiata y pino blanco del este (*Pinus strobus* L.). Posee un muy buen valor comestible, olor débil y sabor dulce, aunque la calidad varía con las variedades. Se recomienda consumir luego de cocido.



Figura 4. L*actarius deliciosus*. Presente en plantaciones de *Pinus* spp., con sombrero en forma de embudo, y laminillas que se tornan verdosas al contacto.

Manejo de la plantación para la producción secundaria

La especie más estudiada, por su alta aceptación entre los consumidores y la buena disponibilidad en la región, ha sido *S. luteus*. Se han realizado estudios de productividad por hectárea en plantaciones de pino ponderosa en un rango precipitaciones anuales de 500 a 900 mm, y se observó que la variación anual de la productividad es muy grande, dependiendo de la combinación de condiciones de temperatura y precipitaciones reinante cada año. Las diferentes variables asociadas a las plantaciones condicionan el nivel de producción, variando entre altas (hasta 12 kg peso seco/ha/año promedio), muy bajas (260 gr peso seco /ha/año promedio) o directamente nulas (Barroetaveña *et al.* 2010).

El análisis de las variables de los rodales asociadas a la fructificación mostraron que la alta productividad estaba relacionada con la ocurrencia de poco suelo desnudo, alta materia orgánica (MO), moderada cobertura del dosel y poca profundidad de hojarasca o bien sectores con alta cobertura de herbáceas o arbustos; la baja productividad se asociaba a sectores con mucho suelo desnudo y baja MO o bien rodales muy densos, no podados, con acumulación de hojarasca no descompuesta, lo cual determina poca infiltración de agua al suelo, entre otros factores (Barroetaveña 2007). En tanto, el análisis de las variables microambientales mostró que los sectores con fructificación estaban asociados a valores más altos de cobertura de herbáceas, humedad de suelo y contenido de MO, mientras que los sectores sin fructificación presentaban mayores valores de cobertura y profundidad de la hojarasca y alta cobertura de copas (Barroetaveña *et al.* 2008). Estas variaciones se relacionan con el patrón espacial irregular de los árboles dentro de la plantación, que afecta a la cantidad de luz y el agua que llega al suelo.

El manejo de plantaciones para mejorar y mantener la producción de hongos deben considerar estos resultados. Mantener densidades abiertas a través de las podas y los raleos evitando que se produzca el cierre del dosel de la plantación favorecería que la luz y el agua lleguen al suelo, no permitiendo la acumulación excesiva de hojarasca y estimulando su descomposición; así también permitiendo mantener una adecuada cobertura de un estrato herbáceo. En el régimen silvicultura que se establezca, las intervenciones anteriores al cierre de copas podrían mejorar y preservar la fructificación de hongos. Sin embargo, las intensidades y los momentos de cada poda y raleo deben ajustarse principalmente a las condiciones pluviométricas y del viento en cada sitio, de manera de no favorecer una desecación intensa y rápida del suelo con las intervenciones, que inhibe la fructificación. Las decisiones de manejo deberán entonces analizarse en el contexto del beneficio económico que reporta el aprovechamiento de este PFNM, considerando las opciones de cosecha para procesamiento, la micogastronomía y el micoturismo dentro de los predios forestados, antes del turno de corta.

Se evaluó el efecto de la incorporación de riego en plantaciones de pino ponderosa para estimular la productividad de *S. luteus* en una zona de baja pluviometría (Huingan-co, Neuquén) implementando un sistema de riego de bajo costo (aspersión, fijo, tomando agua de canales de riego y utilizando la pendiente, sin empleo de bombas). Se probó riego alto (180 min.), riego bajo (60 min.) y testigo sin riego, aplicado 2 veces por semana durante dos otoños (marzo-mayo) y dos primaveras (octubre-noviembre). Se encontró un efecto estimulante sobre la productividad únicamente en otoño, con valores de hasta 178-280 kg frescos ha/año aplicando riego alto y 48-59 kg frescos ha/año aplicando riego medio, mientras que no hubo fructificaciones en los testigos (Solans *et al.* 2010).

Se evaluó también el efecto sobre la productividad de esta especie fúngica por la aplicación de diferentes intensidades de raleo en plantaciones de pino ponderosa. Se probaron tres (3) densidades residuales (IDR: 1000, 650 y 300). Se detectó una tendencia entre densidades más bajas y productividad, no validada estadísticamente por la alta variabilidad de respuesta entre parcelas del mismo tratamiento; la menor productividad se asoció a altos porcentajes de suelo desnudo (Barroetaveña *et al.* 2011).

Para analizar la producción potencial del hongo del pino en las forestaciones de la provincia del Chubut, se utilizó un modelo de simulación con el que se calculó la cantidad promedio de kilos de hongos que podrían recolectarse en las plantaciones de la provincia para cada nodo productivo (Barroetaveña *et al.* 2010). Se asoció la superficie forestada en cada nodo con tres niveles de productividad promedio de hongos (grupo de máxima productividad66,3 kg seco/ha/año, grupo de media productividad 27,3 kg seco/ha/año y grupo de productividad mínima 12,9 kg seco/ha/año) de acuerdo con el nivel de precipitaciones. Estos niveles de productividad, relacionados con la cantidad de hectáreas correspondientes a cada nodo y sitio, permitieron estimar la producción secundaria global sectorizada. La producción total estimada para el área de estudio fue de 665.709,3 kg secos/año o bien su equivalente de 6.657.903 kg frescos/año. El análisis de la rentabilidad del aprovechamiento del hongo del pino para productores forestales y para familias rurales de la zona cordillerana de la provincia del Chubut se detalla en Fernández *et al.* (2012).

ACEITES ESENCIALES DE RESIDUOS DE PODA

Los aceites esenciales son las fracciones líquidas volátiles, generalmente destilables por arrastre con vapor de agua, que contienen las sustancias responsables del aroma de las plantas y que son importantes en la industria cosmética (perfumes y aromatizantes), de alimentos (condimentos y saborizantes) y farmacéutica (saborizantes). Generalmente son mezclas complejas de hasta más de 100 componentes. Estos aceites se encuentran presentes, por ejemplo, en los géneros *Pinus* y P*seudotsuga*, que cubren 94.000 hectáreas plantadas en Patagonia (Figura 5).

A partir de la poda o escamondo, pueden obtenerse unos 5.850 kg/ha de ramas y acículas, que actualmente son quemadas y/o reincorporadas al suelo mediante su triturado. De esta manera se desaprovechan los aceites esenciales presentes en las ramas. En la actualidad, existe un potencial aprovechamiento industrial de este recurso aromático como aporte a la diversificación de la producción de una plantación forestal. Ya se han registrado exportaciones a Europa y Estados Unidos de aceites esenciales de pino ponderosa plantado en Patagonia.

Los componentes principales del aceite esencial del pino ponderosa de esta zona son:α-pineno 8,5%, β-pineno 40,6%, Δ3-careno 16,9%, limoneno 2,1% y metilchavicol 21,6%; por otra parte, según los resultados de estudios, se comprobó que la única variable que afecta significativamente la composición química del aceite esencial, fue la aplicación del triturado de las ramas, que produjo una disminución en el porcentaje de metilchavicol. De acuerdo a la evaluación de calidad, éste sería uno de los componentes deseables para su posible comercialización, por lo tanto, es recomendable no aplicar este tratamiento pre-

vio a la extracción por arrastre con vapor de agua. Los rendimientos promedios alcanzan 2,1 ml/kg en ramas trituradas y 1,3 ml/kg en rama entera (Troncoso *et al.* 2010)



Figura 5. Plantación de pino ponderosa.

Otros estudios (González *et al.* 2009) determinaron que una mejor calidad aromática del producto se relaciona con un mayor contenido de metil chavicol, y que el chipeado de las ramas antes de la extracción aumenta significativamente el rendimiento del aceite esencial. También se sabe que no existen variaciones significativas en el aceite según la estación del año en la cual se cosechan las ramas, y que se puede utilizar todo el residuo para extraer el aceite esencial, sin necesidad de tener que separar las acículas del resto del material.

Todo esto determina que, de acuerdo a la biomasa de residuos de podas de pino ponderosa disponible y los rindes de aceite esencial que se conocen, exista una innegable capacidad de utilizar este recurso como una producción agregada del sistema forestal.

Otras de las especies con potencialidades por las características de sus aceites esenciales, son pino oregón, y la variedad glauca del mismo (*Pseudotuga menziesii* (Mirbel) Franco subsp. glauca (Beissn.) Franco) (Figuras 6 y 7). El aceite esencial se compone mayoritariamente de: α-pineno (9,5-14,6%), sabineno (5,9-15,3%), β-pineno (40,3-51,7%), terpinoleno (6,5-11,4%) y acetato de citronelilo (2,9-3,9%). Con respecto a los rendimientos, éstos han sido variables en las diferentes épocas del año, sin embargo el promedio mayor es para pino oregón común que a escala piloto alcanza los 4,9 ml/kg contra 3,6 ml/kg de la variedad glauca. De acuerdo a la evaluación organoléptica, el aceite esencial de pino oregón común, sería más aromático e interesante por ser resinoso y frutal (uva), algo maderoso dulce (González *et al.* 2013, Troncoso *et al.* 2014).

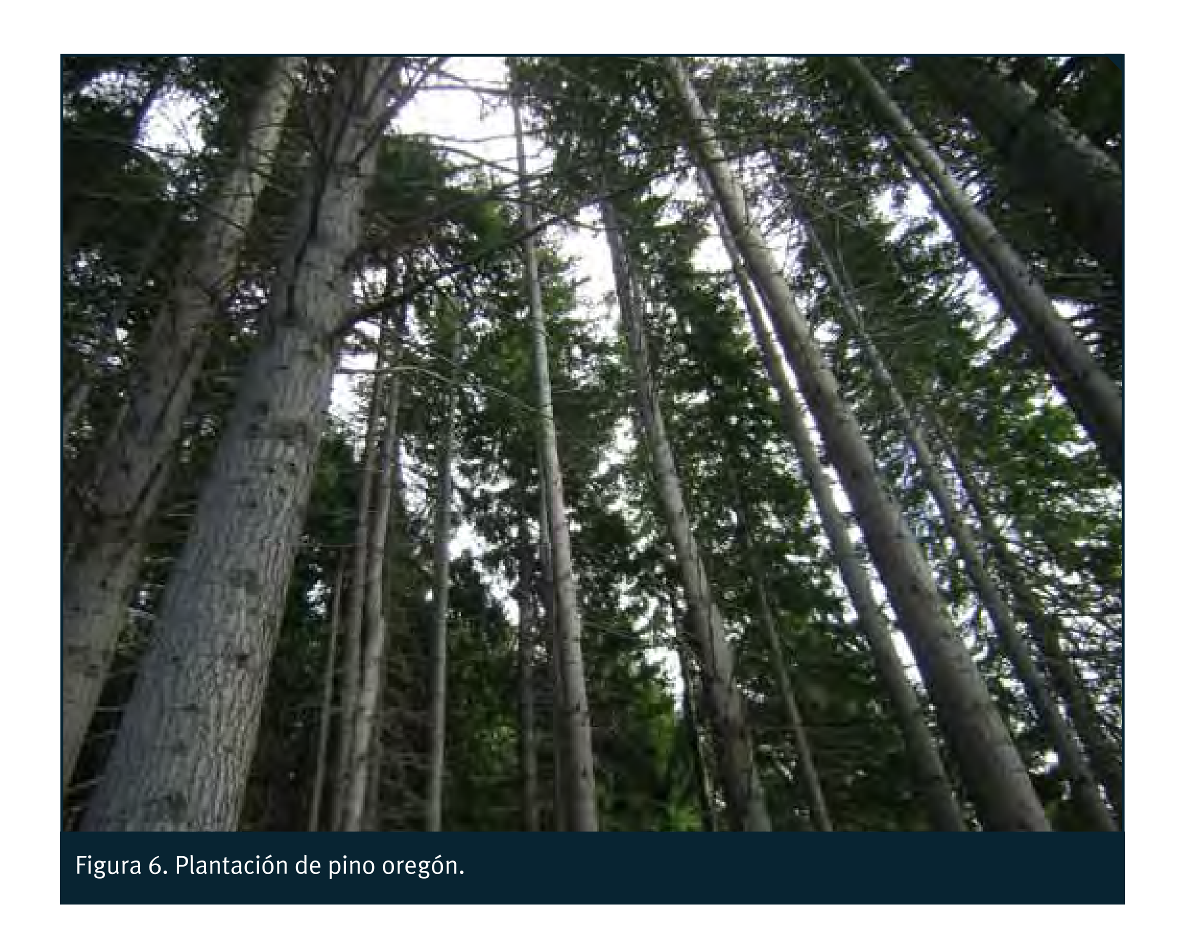


Figura 6. Plantación de pino oregón.



Figura 7.Rama de pino oregón var. glauca.

PLANTAS MEDICINALES, AROMÁTICAS, COMESTIBLES, TINTÓREAS Y ORNAMENTALES

Las plantas silvestres siguen constituyendo la principal fuente de medicamentos para las sociedades tradicionales, al proporcionarles remedios para las afecciones más comunes. En la actualidad se observa una tendencia hacia un mayor consumo de los habitantes de las ciudades, sobre todo en forma de infusiones de una sola especie o en mezclas de varias, dando lugar a un interesante comercio que no se encuentra debidamente cuantificado (Secretaría de Ambiente 2010).

La zona de ecotono entre la estepa patagónica y el bosque nativo, que constituye la mayor superficie apta para las forestaciones en secano de las coníferas de rápido crecimiento en Patagonia, poseen una vasta flora con usos medicinales, comestibles, tintóreos y también ornamentales. Su manejo dentro de plantaciones forestales deberá ser, sin embargo, estudiado a fin de conocer las prácticas que favorezcan su permanencia o establecimiento en los rodales.

Existe una vasta lista de especies con **usos medicinales** en estos ambientes, cuyos caracteres botánicos, propiedades y modos de uso se describen en diversas publicaciones de divulgación (Kutschker *et al.* 2002; Itkin 2004; Green y Ferreira 2012) y reportes de investigación (Molares 2010; Molares y Ladio 2008, 2014). Algunos ejemplos, que se destacan por su amplia distribución y conocimiento, son *Valeriana carnosa* SM, cuyas raíces se usan como sedante, para jaquecas, y dolores de estómago y problemas respiratorios. *Adesmia boronioides* Hook. F. cuyas hojas se usan para aliviar contracturas y dolores reumáticos, y su infusión para indigestiones o dolores menstruales, *Verbascum thapsus* L. cuyas flores y hojas se usan para problemas respiratorios y eczemas y *Fabiana imbricata* Ruiz et Pav., muy usado para diversos problemas en las vías urinarias.

Muchas especies arbustivas de la zona ecotonal y de la meseta han sido estudiadas en relación a sus **aceites esenciales**, que constituyen en algunos casos un recurso potencial para la industria cosmética, perfumística y de productos de limpieza. Guerra *et al.* (2012) informan que nueve de catorce especies estudiadas de la zona ecotonal y de la estepa contienen aceites esenciales, y presentan información sobre los rendimientos promedios por kilogramo de material seco. Dichas especies son: *Adesmia boronioides* (Hook. f.)(*Fabaceae*), *Baccharis linearis* (Ruiz et Pav.) Persoon (*Asteraceae*), *Baccharis obovata* Hooker et Arnott (*Asteraceae*), *Baccharis salicifolia* (Ruiz et Pav.) Persoon (*Asteraceae*), *Clinopodium darwinii* (Benth) (Lamiaceae), *Fabiana imbricata* Ruiz et Pavón (*Solanaceae*), *Mulinum spinosum* (*Apiaceae*), *Schinus johnstonii Barkley* (=*Schinus polygamus* (Cav.) Cabr (*Anacardiaceae*) *Schinus patagonicus* (Phil.) Johnston (*Anacardiaceae*). Algunas de ellas se describen a continuación.

Adesmia boronioides (Hook. f.): paramela, té pampa, té silvestre, loncko-trevo: los estudios anatómicos de esta especie permitieron caracterizar estructuras secretoras de esencias, en forma de "poros crateriformes", de características muy peculiares (Figura 8). González (2002), logró la identificación de más del 90 % de la composición química del aceite esencial de *A. boronioides*. La estructura hallada, no reportada en la literatura, tiene la particularidad de ser un bis-norsesquiterpeno ($C_{13}H_{20}O$), el cual se nombró como: (1R,4S,5R)-Esquel-6-en-9-ona. Las propiedades medicinales que se adjudican a esta es-

pecie son numerosas y diversas; fue posible comprobar su actividad antiinflamatoria, que daría sustento a uno de sus usos tradicionales, contra los dolores reumáticos. El aceite esencial, los resinoides, y la esquelenona aislada, poseen un aroma agradable, frutal, y de características apropiadas para su uso en perfumería. Los ensayos de irritación dérmica, demostraron su inocuidad sobre la piel. Otros ensayos permitieron comprobar una gran estabilidad del aceite esencial. Estos resultados hacen promisorio el potencial uso de este producto natural en la producción de fragancias.

Acantholippia seriphioides (Gray) Moldenke.: conocido como tomillo silvestre. Se trata

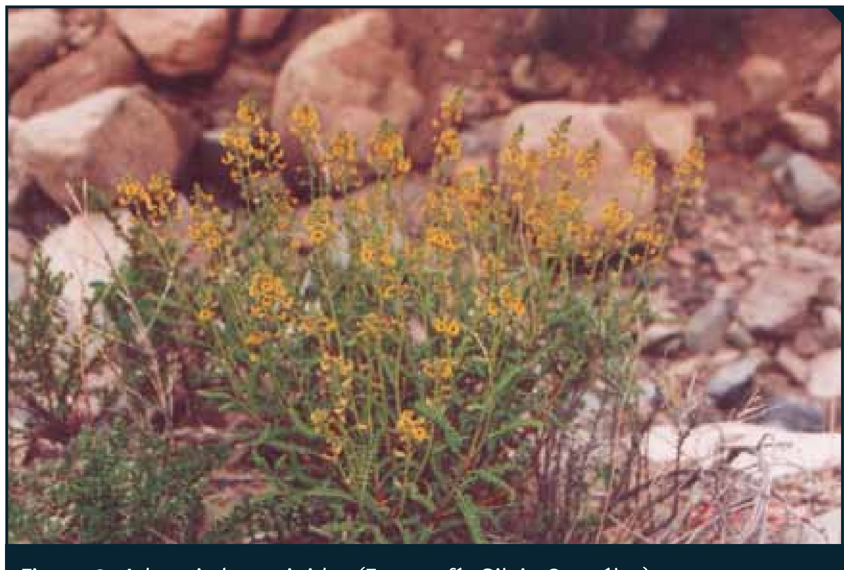


Figura 8. *Adesmia boronioides* (Fotografía Silvia González).

de una planta aromática y medicinal de amplio uso en varias regiones de Argentina, muy conocida y apreciada por los pobladores locales como medicinal y saborizante, en forma similar al tomillo europeo (*Thymus vulgaris*) (Figuras 9 y 10).También en forma coincidente con esta especie, presenta gran variabilidad en la composición química de su aceite esencial, lo que da lugar a quimiotipos (González *et al.* 2010)

Senecio bracteolatus Hook. & Arn.: pertenece al género *Senecio* (*Asteraceae*),que inclu-



Figura 9. *Acantholippia seriphioides*. Autor: Silvia González

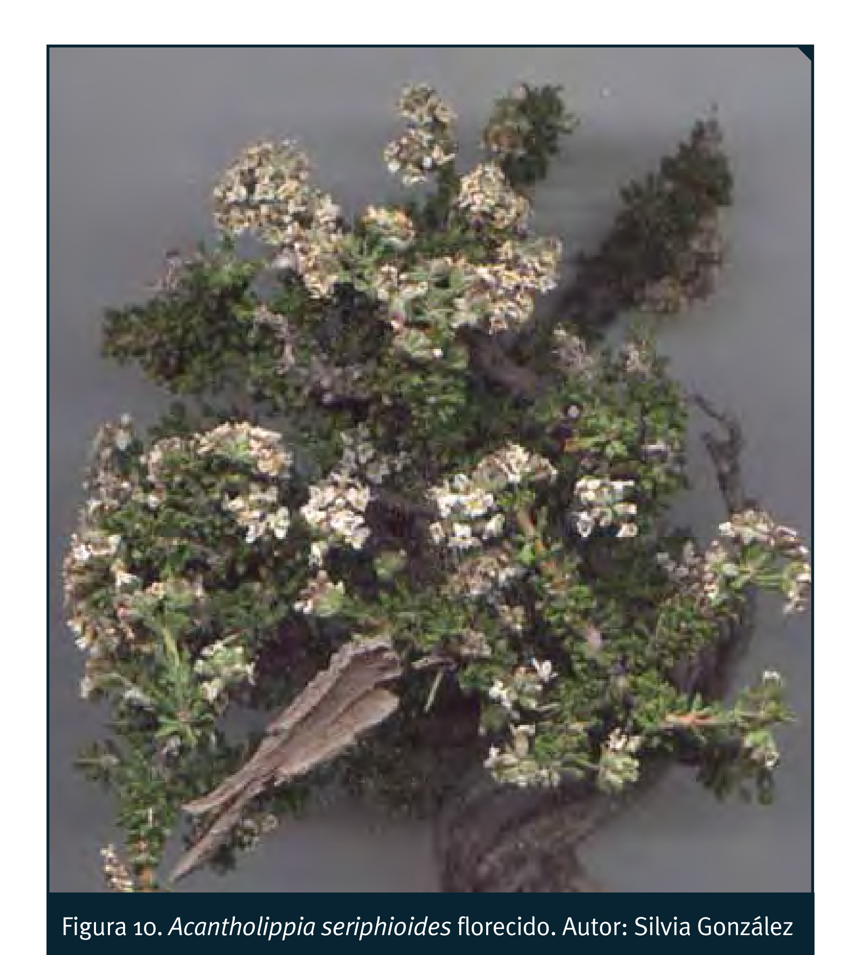


Figura 10. *Acantholippia seriphioides* florecido. Autor: Silvia González

ye 270 especies en la Argentina. Es una planta aromática y medicinal conocida popularmente en la región patagónica como "charcao". Ha sido utilizada tradicionalmente en la medicina herbaria mapuche. González *et al.* (2004) detectaron, a través de testimonios personales, algunos usos populares, por ejemplo como antirreumático. El rendimiento de esencia por destilación fue en promedio del 1,3%. El alto contenido de monoterpenos podría justificar el uso como antirreumático, dado el efecto rubefaciente que presentan el alfa-pineno y beta-pineno.

Las numerosas p**lantas comestibles** presentes en las tierras forestables de Patagonia se encuentran citadas, con el detalle de sus usos en varias publicaciones (Rapoport *et al.* 2003a, 2003b, 2003c y 2011; Damascos 2011). Existen especies nativas con partes comestibles, como los frutos de varias especies del género *Berberis* (*Berberis microphylla* G. Forst. B. darwinii Hook., *B. empetrifolia* Lam.)(Figura 11), de *Aristotelia chilensis* (Molina) Stuntz (maqui), que junto con las hojas presentan además numerosas propiedades medicinales y actividad antioxidante, o las brácteas de *Ephedra ochreata* Miers.(hamo, sulupe) (Rapoport 2003 b; Damascos 2011). También, especies introducidas, por ejemplo *Chenopodium album* L. (quinoa blanca), que se consume íntegramente y ofrece importantes aportes de vitamina B1, calcio y hierro, y *Taraxacum* spp. y *Rumex* spp. cuyas hojas se consumen en ensaladas (Rapoport 2003c). La. rosa mosqueta (*Rosa rubiginosa* L) constituye un caso particular, por tratarse de una especie exótica invasora agresiva, ampliamente distribuida en la región, de cuyos frutos carnosos se utiliza la pulpa y el

aceite extraído de sus semillas, para la fabricación de alimentos, farmacología y cosmética (Damascos 2008).

Los usos tintóreos, principalmente para colorear lana hilada, también han sido reporta-



Figura 11. Cosecheras de *Berberis microphylla* (calafate) en borde de plantaciones de pino ponderosa en el predio Laguna la Zeta, Esquel, Chubut.

dos para tallos de *Fabiana imbricata* Ruiz & Pav., tallos y frutos de *Berberis microphylla*, *B. darwinii* y *Aristotelia chilensis* entre otros (Bisheimer 2012; Damascos 2011; http://www.tinteaustral.cl/).

La exploración, colección y cultivo de plantas nativas con potencial **ornamental** se ha venido estudiando en Patagonia sur, a través del relevamiento de especies, la realización de ensayos de germinación y de adaptación a viveros (Mazzoni y Oliva 2010). Las tierras forestables de Patagonia poseen numerosas especies silvestres con potencial uso ornamental como *Buddleja globosa* Hope, *Phacelia secunda* J.F. G mel., *Viola maculata* Cav. o *Quinchamalium chilense* Molina, que poseen flores bellas y crecen en ambientes de semi-aridez (Bisheimer 2012). Estudios enfocados a su domesticación pueden favorecer su aprovechamiento, aportando especies novedosas al mercado, que además prosperan en ambientes semi-áridos.

OTROS PFNM POTENCIALMENTE APROVECHABLES EN PLANTACIONES DE PATAGONIA

Existen usos de PFNM aún no explorados en Patagonia, pero que podrían sumarse eventualmente. Entre ellos el mulching preparado con las hojas secas (Ciesla 1998), cuya cosecha además favorece el control de incendios, y la ocurrencia de otros productos aprovechables como los hongos, plantas herbáceas o arbustivas. Puede usarse también como componente de compost para floricultura, y como materia prima para cestería. Los conos sirven como iniciadores de fuego y pueden utilizarse en artesanía (ver detalles en Ciesla 1998). Si bien la obtención de resinas a partir de coníferas constituye otra opción de PFNM, los resultados de estudios desarrollados en Patagonia mostraron que los rendimientos en esta región son muy bajos debido a las condiciones climáticas reinantes (Guerra *et al.* 1991).

Residuos forestales

Los residuos de la actividad forestadora se constituye de ramas finas, piñas, troncos deformados, pies raleados no comerciales, residuos de los aserraderos cercanos, compuestos por aserrín, despuntes, etc. Existe interés y algunos antecedentes en la región patagónica sobre el uso de biomasa residual leñosa para generación de energía eléctrica (http://www.energiaestrategica.com/trabajan-en-la-instalacion-de-una-planta-de-generacion-de-energia-con-biomasa-residual-lenosa/),para la fabricación de briquetas ladrillos y camas de pollos con aserrín y mulching de viveros con chip (http://www.corfonesa.com.ar/productos-para-venta/madereros/89-lista-de-productos-madereros.html) y también para la preparación de sustrato para la producción de hongos comestibles (http://www.lmneuquen.com.ar/noticias/2013/5/7/avanza-planta-de-elaboracion-de-sustrato_186440).La corteza puede utilizarse como absorbente de aceites, para la preparación de sustratos para vivero, o para incorporarlo a la producción de tablero de partículas (Ciesla 1998).

Aceites esenciales de residuos de la industria maderera

En algunas localidades de la Provincia del Chubut (Esquel, Trevelin, El Hoyo y Lago Puelo) existen antecedentes de estudios de obtención de aceites esenciales a partir de virutas, aserrín, acículas, cortezas y ramas de : ciprés de la cordillera (*Austrocedrus chilensis*), ciprés de Monterrey (*Cupressus macrocarpa*), pino ponderosa, pino radiata, pino blanco del oeste (*Pinus* monticola), pino blanco del Himalaya (*Pinus* excelsa) pino blanco del este y pino oregón (González *et al.* 2012). Se destacaron por sus rendimientos los materiales correspondientes a las ramas (hojas y tallos tiernos) de las especies ciprés de la cordillera, ciprés de Monterrey, pino blanco del Himalaya, pino ponderosa y pino oregón, y las virutas y aserrín de pino radiata. Los componentes mayoritarios fueron monoterpenos hidrocarburos: alfa y beta-pineno, en todas las especies, para-cimeno en pino blanco del Himalaya, delta-3-careno en pino ponderosa y monoterpenos oxigenados: metil-chavicol en pino ponderosa, alfa-terpineol en virutas de pino radiata y terpinen-4-ol en ciprés de Monterrey y pino oregón

Los aceites esenciales de las ramas de ciprés de la cordillera, pino ponderosa y pino oregón son los de mejor calidad olfativa. Los resultados más promisorios a escala piloto, en

lo referente a cantidad, fueron los obtenidos para los materiales aserrín de pino radiata, y ramas de pino ponderosa, ciprés de Monterrey y pino oregón. Como inconvenientes para la utilización de los residuos de aserraderos y carpinterías se citan la frecuente contaminación con productos lubricantes de las maquinarias, las mezclas de diferentes especies y procedencias, la irregularidad en la disponibilidad del mismo, y la casi siempre pobre calidad organoléptica y escasos rendimientos (Figura 12).



Figura 12.Residuos industria maderera (aserrín).

CONSIDERACIONES FINALES

Existe un gran potencial en las plantaciones de coníferas de rápido crecimiento para diversificar e incrementar ingresos incorporando el aprovechamiento y comercialización de PFNM. Sin embargo, el manejo adecuado y la rentabilidad de estos productos requieren conocer y considerar aspectos ecológicos, sociales y económicos.

El material biológico cosechado como PFNM puede constituir una parte fundamental en el buen funcionamiento del bosque o la plantación, y su permanencia puede peligrar si se realiza una cosecha excesiva del mismo. Por ello, es necesario determinar adecuadamente el impacto de los niveles y prácticas de cosecha en cada caso. Esto requiere fondos y apoyo específico para realizar estudios básicos y aplicados, que luego se transfieran al sector productivo. La información necesaria para plantear un aprovechamiento adecuado de PFNM incluye (adaptado de Damascos 2011):

• la determinación de la distribución de la especie a utilizar.

• la periodicidad de sus etapas fenológicas o de su ciclo anual.

• la disponibilidad regional de la especie, a fin de detectar zonas más productivas.-

• la proporción de frutos/semillas/hojas etc. que se vayan a utilizar, por planta, o el rendimiento por hectárea en el caso de hongos, para estimar rendimiento post cosecha.

• la composición química del producto a utilizar.

La posibilidad de domesticar las especies, viverizando las plantas o inoculando sustratos o árboles en el caso de los hongos, permitirá obtener una mayor disponibilidad del recurso, posibilitando ampliar su distribución, aumentar su densidad o reponer ejemplares en zonas degradadas o sobre-explotadas. El estudio de las técnicas de manejo, tanto para la producción de las plantas o de sustratos/árboles inoculados con hongos de interés, como su posterior conducción para asegurar productividad del PFNM deseado, deberá estudiarse en cada caso.

Desde una perspectiva económica, los PFNM objeto de comercio en los mercados pueden tener precios muy variables dentro o entre temporadas. El precio puede ser una función de la oferta y la demanda, la saturación del mercado, las importaciones que compiten, etc. Productos efímeros como los hongos están particularmente sujetos a las variaciones en la disponibilidad cada año.

A nivel social, generalmente los cosechadores de PFNM son categorizados como cosechadores tradicionales, cosechadores recreativos, o usuarios comerciales, pero la mayoría tienen alguna combinación de razones para la cosecha y el uso de PFNM. La falta de acceso a información respecto a la biología, la oferta, la demanda o los precios de la mayor parte de los productos que buscan los cosechadores, complican la tarea y genera comercializaciones desventajosas para los cosechadores o propietarios. Por otra parte, en muchas plantaciones existe un uso asociado a la recreación y el turismo. Es este marco, la importancia en la recopilación de los PFNM presentes y el valor de uso potencial que aportan deben ser considerados para el bienestar y el posible aprovechamiento económico asociado al turismo por parte de las comunidades vecinas a las plantaciones.

Existe un enorme potencial para los propietarios estatales o privados de plantaciones forestales de diversificar sus ingresos incorporando la recolección y comercialización de productos forestales no maderables. Las condiciones de mercado para algunos productos son prometedoras para propietarios y administradores. Sin embargo, deben estudiarse y analizarse temas importantes dirigidos a cuantificar el recurso disponible, garantizar la sostenibilidad, el comercio y eventualmente la industria, desarrollando productos nuevos a partir del recurso, así como el bienestar social de las personas involucradas.

BIBLIOGRAFÍA

Barroetaveña C., M. Rajchenberg y E. Cazares. 2005. Mycorrhizal fungi in *Pinus ponderosa* introduced in central Patagonia (Argentina). Nov.Hedw. 80: 453-464.

Barroetaveña C. 2006. Hongos asociados a las plantaciones forestales de la región Andino Patagónica. Manual Nº6. Centro Forestal CIEFAP. Esquel, Chubut. 64 p.

Barroetaveña C. 2007. El Hongo del Pino: otro producto rentable que ofrecen las plantaciones en Patagonia. Resultados preliminares de evaluaciones de productividad. *En Actas* Primera Reunión sobre forestación en la Patagonia (Eco Forestar). 25-27 Abril. *Editado por* Centro Forestal CIEFAP. Esquel, Chubut. p 286-293.

Barroetaveña C., E. Cázares y M. Rajchenberg. 2006. Mycorrhizal fungi of *Pseudotsuga menziesii*, an introduced tree species in central Patagonia (Argentina). Nov. Hedw. 83: 53-66.

Barroetaveña C., E. Cazares y M. Rajchenberg. 2007. Review: Ectomycorrhizal fungal species associated with ponderosa pine and Douglas fir: a comparison of species richness in native forests and Patagonian plantations. Mycorrhiza 17: 355-373.

Barroetaveña C., L. La Manna, V. Alonso. 2008. Variables affecting *Suillus luteus* fructification in ponderosa pine plantations from Patagonia (Argentina). Forest Ecology and Management 256: 1868-1874.

Barroetaveña C., M.V.Fernández, F.Ríos, V.N. Bassani. 2010. Productividad potencial del hongo comestible *Suillus luteus* en plantaciones de pino del oeste de chubut. Actas Reunión Eco Productos Forestales No Madereros. 1-3 Diciembre. *Editado por* Centro Forestal CIEFAP. Esquel, Chubut. p 38-44.

Barroetaveña C., M. Solans, V.M. Bassani, M. Rajchenberg. 2011. Técnicas de manejo para incrementar la productividad del hongo comestible *Suillus luteus* en Patagonia, Argentina. *En Actas*VII Congreso Latinoamericano de Micología. 18-21 Julio. San José, Costa Rica.

Bisheimer M.V. 2012. Flores de la Patagonia Argentina. Edición del autor. Neuquén.

Ciesla W.M. 1998. Non-wood forest products from conifers. Non-wood forest products 12, FAO technical papers. 124p.

Damascos M.A. 2008. La rosa mosqueta y otras rosas. Centro regional Universitario Bariloche, Univ. Nac. Comahue. Bariloche. 64 p.

Damascos M.A. 2011.Arbustos silvestres con frutos carnosos de Patagonia : calidad - propiedades – usos. Editor: Fondo Regional Rionegrino. Buenos Aires. 94 p.

Davidson-Hunt I., L.C. Duchesne, J.C. Zasada (eds.). 2001. Forest communities in the third millennium: linking research, business, and policy toward a sustainable non timber forest product sector. Proceedings of the meeting1-4 Oct.1999. Kenora, Ontario, Canada. Gen. Tech. Rep. NC-217.St. Paul, MN: U.S. Department of Agriculture, Forest Service, North Central Research Station. 151 p.

FAO.1999. Towards a harmonized definition of non-wood forest products. *Unasylva* 198: 63-64.

Fernández M.V., C. Barroetaveña, V.N. Bassani, F. Ríos. 2012. Rentabilidad del aprove chamiento del hongo del pino para productores forestales y para familias rurales de la zona cordillerana de la provincia del Chubut, Argentina. Bosque 33(1): 43-52.

González S. 2002. Estudio de *Adesmia boronioides* Hook.f., una especie aromática y medicinal nativa de la Patagonia. Tesis Doctoral UBA.Director: Dr. Arnaldo Bandoni.

González S.B., S. Molares, A.L. Bandoni, C. Van Baren, P. Di Leo Lira. 2004. El aceite esencial y usos etnobotánicos de *Senecio* bracteolatus var. bracteolatus Hook. et Arnott, una especie nativa de la Patagonia. *En Actas*VIII Simposio Argentino y XI Simposio Latinoamericano de Farmacobotánica. 2-6 Agosto. Buenos Aires.

González S.B., P.E. Guerra, O. Troncoso, M. Aguirre, H. Kirner, C.M. Van Baren, P. Di Leo Lira, A.L. Bandoni. 2009. Variación química y organoléptica de aceites esenciales obtenidos a escala piloto a partir de residuos de *Pinus ponderosa* provenientes de la industria maderera en la Provincia del Chubut. *En Actas* XIII Congreso Forestal Mundial. 12-15 Octubre. Buenos Aires, Argentina.

González S., P. Guerra, O. Troncoso, C. M. Van Baren, P.Di Leo Lira,A.L. Bandoni. 2010. Variabilidad química del aceite esencial del "Tomillo Silvestre" (*Acantholippia seriphioides* Verbenaceae), en la meseta del Chubut, Patagonia. *En Actas* II Jornadas Nacionales de Plantas Aromáticas Nativas y sus aceites esenciales. 9 - 10 Diciembre. Castelar, Buenos Aires. p 28.

González S., P.E.Guerra, O. Troncoso, M. Aguirre, M. Jaime, C. Van Baren, P. Di Leo Lira, D. Retta, A.L. Bandoni. 2012. Aceites esenciales obtenidos de residuos de especies forestales utilizadas en la industria maderera en la Provincia del Chubut. *En Actas* XXVI Jornadas Forestales de Entre Ríos. 4 - 5 Octubre. Concordia, Entre Ríos. p 33

González S.B., O. Troncoso, P.E. Guerra , V. Olivo, M. Aguirre, C. Van Baren, P. Di Leo Lira, D. Retta, A.L. Bandoni. 2013. Rendimiento y composición química del aceite esencial del pino oregón común y la variedad glauca en distintos sitios de Chubut. *En Actas* VI Congreso Forestal Nacional y Latinoamericano. 23 - 27 Septiembre. Iguazú, Misiones.

González S., P. E.Guerra, O.Troncoso, B. Gastaldi, A. Mazzoni, L. San Martino, G. Humano, C. Van Baren, P. Di Leo Lira, D. Retta, A.L. Bandoni.2014. Diversidad química y morfológica de *Adesmia boronioides* Hook. F. caracteri-

zación de sus componentes volátiles y de las estructuras de tallos y hojas en ejemplares de distintos sitios de la Patagonia Argentina. *En Actas* IV Congreso Iberoamericano de Productos Naturales en Patagonia: La Diversidad Química y Biológica. 30 Septiembre. Río Gallegos, Santa Cruz.

Guerra P.E., E.A.Cano, E. Andenmatten. 1991. Obtención de resina en especies del género *Pinus*, cultivadas en el noroeste del Chubut. *En Actas* V Jornadas Nacionales de Actualización sobre Recursos Naturales Aromáticos y Medicinales. 26-27 Diciembre. Bariloche, Río Negro.

Guerra P.E., S.E. González, H.J. Kirner, D.S. Retta, P. Di Leo Lira, M.F. Gómez. 2012. Aspectos anatómicos del leño y composición de los aceites esenciales de especies arbustivo-leñosas del ecotono y la estepa del noroeste de la Provincia del Chubut. Revista Dominguezia 28(1):13-44

Green L., M. Ferreyra. 2012. Flores de la estepa patagónica. Vazquez Mazzini editores. 286p.

Hammett A.L., J.L. Chamberlain. 1998. Sustainable use of non-traditional forest products: alternative forest-based income opportunities. En Proc. of the conference, Natural Resources Income Opportunities for Private Lands. Univ. of Maryland, Cooperative Ext. Serv., College Park, Md. p 141-147.

Itkin S. 2004. Plantas de la Patagonia para la salud. Editorial Caleuche. 55p.

Kutschker A., H. Menoyo, V. Hechem 2002. Plantas medicinales de uso popular en comunidades del oeste del Chubut. Publicado por INTA-GTZ-UNPat.139p.

Lund G., B. Pajari, M. Korhonen (eds). 1998. Sustainable development of non-woodgoods and benefits from boreal and coldtemperate forests. EFI Proceedings 23.Joensuu, Finland: European Forest Institute.

Mazzoni A., G. Oliva. 2010. Uso ornamental de plantas nativas en la Patagonia sur. *En Actas* Reunión Eco Productos Forestales No Madereros. 1-3 Diciembre. *Editado por* Centro Forestal CIEFAP. Esquel, Chubut. p 15.

Molares S., A. Ladio. 2008. Plantas medicinales en una comunidad Mapuche del NO de la Patagonia Argentina: clasificación y percepciones organolépticas relacionadas con su valoración. Bol. Latinoam. Caribe Plant. Med. Aromat. 7 (3): 149-155.

Molares S. 2010. Flora medicinal aromática de la Patagonia: características anatómicas y propiedades organolépticas utilizadas en el reconocimiento por parte de la terapéutica popular. Tesis Doctoral Universidad Nacional del Comahue. S.C. de Bariloche, Río Negro.

Molares S., A. Ladio. 2014. Medicinal plants in the cultural landscape of a Mapuche-Tehuelche community in arid Argentine Patagonia: an eco-sensorial approach. Journal of Ethnobiology and Ethnomedicine 10:61.

Rapoport E.H., A. Ladio, E.H. Sanz. 2003a. Plantas comestibles nativas de la Patagonia andina argentino -chilena, parte 1. Ediciones de imaginaria. Bariloche. 81p.

Rapoport E.H., L.S. Margutti, E.H. Sanz. 2003b. Plantas comestibles silvestres de la Patagonia andina argentino Chilena, Exóticas, parte 1. Ediciones de imaginaria. Bariloche. 50p.

Rapoport E.H., E.H. Sanz, A. Ladio. 2003c. Plantas comestibles nativas de la Patagonia andina argentino Chilena Exóticas, parte 2.Ediciones de imaginaria. Bariloche. 78p.

Rapoport E.H., E.H. Sanz, A. Ladio. 2011. Plantas comestibles nativas de la Patagonia andina Argentino Chilena, parte 2.Ediciones de imaginaria. Bariloche. 81p.

Secretaría de Ambiente y Desarrollo Sustentable de la Nación. 2010. Consultoría Manejo Forestal Sostenible y Comunidad, Informe del Objetivo"Estrategia dirigida al fomento del mercadeo de Productos ForestalesNo Madereros del bosque nativo"Producto 10. Misiones.

Solans M., C. Barroetaveña, M. Fariña, M. Rajchenberg. 2010. Aplicación de riego para incrementar la fructificación de *Suillus luteus* en plantaciones de pino ponderosa. *En Actas* Reunión Eco Productos Forestales No Madereros. 1-3 Diciembre. *Editado por* Centro Forestal CIEFAP. Esquel, Chubut. p122-132.

Tacón, A. 1999. Identificación y caracterización deproductos forestales no maderables en el bosque nativochileno. *En Actas* del Primer Congreso Latinoamericano IUFRO. Valdivia, Chile.

Troncoso O.A., M. Aguirre, V. Olivo, M Jaime. 2010. Variación en la composición química del aceite esencial de *Pinus ponderosa* Dougl. en Patagonia Argentina. *En Actas* Reunión Eco Productos Forestales No madereros. 1-3 Diciembre. *Editado por* Centro Forestal CIEFAP. Esquel, Chubut..

Troncoso O., S. González, P. Guerra, V. Olivo, M. Jaime, M.Aguirre. 2014. Rendimiento y composición química del aceite esencial del pino oregón común (*Pseudotsuga menziesii* (Mirb.) Dougl) y la variedad glauca (*Pseudotuga menziesii* (Mirbel) Franco subsp. glauca (Beissn.) Franco) en distintos sitios de Chubut. Informe Final Proyecto Nº903. Secretaria de Ciencia y Técnica UNPSJB.

Valtriani A., C. Barroetaveña, M.V. Fernández. 2010. Hongos silvestres comestibles de la región Andino Patagónica. Folleto de divulgación Nº 20. Centro Forestal CIEFAP. Esquel, Chubut. 36 p

Wong J.L.G., K. Thornber, N. Baker. 2001. Evaluación de los recursos de los productos forestales no madereros. Productos forestales no madereros 13, FAO technical papers. 124p.

LA PLANTACIÓN CON ÁRBOLES NATIVOS

AUTORES: María Florencia Urretavizcaya, Mario Pastorino, Víctor Mondino y Liliana Contardi

Revisores: Alejandro Dezzotti y Federico Letourneau



Cómo se cita este capítulo:

Urretavizcaya M.F., M. Pastorino, V. Mondino, L. Contardi. 2015. La plantación con árboles nativos. Manual de Buenas Prácticas para el manejo de plantaciones forestales en el noroeste de la Patagonia. Editores: L. Chauchard, M.C. Frugoni, C. Nowak. Buenos Aires. Cap. 12. p: 335-368



INTRODUCCIÓN

Los Bosques Andino Patagónicos son uno de los principales ecosistemas forestales de la Argentina. Se desarrollan en una estrecha franja de unos 2000 km de largo, que se extiende desde el norte de Neuquén hasta el Cabo de Hornos en Tierra del Fuego y ocupan 4,1 millones de hectáreas aproximadamente (SRNyDS 2005). Desde épocas remotas han sido afectados por distintos tipos de disturbios o perturbaciones como sismos, viento, fuego, herbivoría y cortas, aunque el uso más intensivo se remonta a principios del siglo XX con la colonización europea de la Patagonia (Veblen *et al.* 1996). En el norte patagónico, los colonos explotaron el bosque para aprovechar su madera, pero el mayor impacto lo causaron los incendios intencionales que se provocaron para habilitar tierras agrícolas (Rothkugel 1916). A partir de 1930 con la creación de los Parques Nacionales se promovió una política de supresión de fuegos que permitió en gran medida la recuperación de los bosques (Veblen *et al.* 1999).

Sin embargo, la presión sobre el bosque natural no cesó. El aprovechamiento de la madera continuó en áreas más accesibles y sobre las especies de mejor calidad de madera como ciprés de la cordillera (*Austrocedrus chilensis*), lenga (*Nothofagus pumilio*), raulí (*Nothofagus alpina*/*Lophozonia alpina*), roble pellín (*Nothofagus obliqua*/*Lophozonia obliqua*), ñire (*Nothofagus antarctica*), coihue (*Nothofagus dombeyi*) y pehuén (*Araucaria araucana*). En la actualidad, el aprovechamiento maderero de los bosques naturales de la Patagonia ha disminuido considerablemente, si bien se mantiene a escala industrial en los bosques de lenga en Tierra del Fuego. Por otra parte, el uso ganadero extensivo continúa en la actualidad en toda la región e incluso dentro de los parques nacionales. Muchas áreas de “veranada” se sitúan en bosques de lenga (Lloyd 2011), y el principal uso de los ñirantales y de los bosques bajos mixtos con ciprés es ganadero. El ganado pisotea y ramonea intensamente la regeneración del bosque, que constituye un componente importante de su dieta (Soler *et al.* 2012,Borrelli 2013, Quinteros 2014).

La urbanización a expensas de las áreas forestales también es un impacto humano muy evidente que se ha extendido considerablemente en las últimas décadas, creándose zonas de interfaz urbano-rural o urbano-forestal. Sin embargo, el mayor impacto actual sobre los bosques Andino Patagónicos sea tal vez consecuencia del cambio climático global. Para la región de la Patagonia andina, cada vez existen más evidencias de que están sucediendo cambios ambientales importantes (Fuenzalida *et al.* 2006, Fundación Torcuato Di Tella 2006). Particularmente para la zona central, donde se pronostica un aumento de las limitaciones hídricas en combinación con un incremento de las temperaturas medias (Fuenzalida *et al.* 2006, Fundación Torcuato Di Tella 2006). Bran *et al.* (2001) reportaron mortalidades masivas de coihues adultos durante veranos extremadamente secos y tórridos,y es muy probable que este efecto se registre en otras especies y sobre todo en árboles juveniles más susceptibles. Asimismo, la frecuencia de incendios y en particular los de comportamiento extremo, ha aumentado en las últimas décadas. En 2015 los incendios en el NO de Chubut afectaron más de 40.000 ha de bosques nativos

que representaron el 5 % de los bosques de esta provincia (Roveta y Lloyd 2015). Esa misma temporada una explosión demográfica de insectos defoliadores afectó a bosques de roble pellín y raulí de la cuenca del Lago Lácar, la que se estima puede haber afectado la producción de semillas. Incrementar el conocimiento sobre la vulnerabilidad de los bosques Andino Patagónicos frente a los efectos del cambio climático moderno, es relevante para definir estrategias de restauración que permitan conservar los atributos funcionales de los ecosistemas boscosos de la Patagonia.

A la par de estas amenazas, ha crecido la conciencia en la sociedad sobre la importancia de los servicios ambientales que provee el bosque nativo, como la conservación del suelo y el paisaje, la regulación del ciclo hidrológico o la captura de dióxido de carbono, uno de los gases causantes del efecto invernadero. En los últimos años la sociedad demanda la recuperación de los bosques degradados, lo que ha impulsado algunas valiosas experiencias regionales de restauración. La Ley Nacional Nº 26.331 de Presupuestos Mínimos de Protección Ambiental de los Bosques Nativos, reglamentada en 2009, es el reflejo de este nuevo escenario, ya que promueve y financia planes de conservación, restauración y manejo sustentable de los ecosistemas forestales, incluyendo la plantación de especies nativas.

Según la Sociedad Internacional de Restauración Ecológica, la restauración ecológica (RE) es el proceso de asistencia a la recuperación de un ecosistema que ha sido degradado, dañado o destruido (SER 2004). El enfoque clásico de la RE ha sido el de tratar de restablecer las funcionalidades ecológicas del ecosistema original, tomando como modelo un ecosistema de referencia. Sin embargo, la necesidad de restaurar ecosistemas para restablecer la capacidad productiva de las tierras degradadas, considerando el uso sustentable de los mismos, ha determinado que el enfoque en la actualidad sea mucho más inclusivo. En este sentido, y según dónde y cómo se realicen las intervenciones, la restauración contempla entonces tanto los objetivos de conservación como los de producción. Este enfoque justifica la plantación con árboles nativos porque contribuyen a la conservación de los bosques naturales degradados y porque existen especies como lenga, raulí, roble pellín y ciprés de la cordillera, con una alta calidad de madera y una tasa de crecimiento aceptable bajo determinadas condiciones de cultivo, que son meritorias de ser incluidas en sistemas productivos. En este sentido la Ley Nº 25.080 (prorrogada en 2008 por la Ley Nº 26.432) de Inversiones para Bosques Cultivados subsidia la plantación de especies nativas. Los aportes no reintegrables correspondientes a esta Ley, financian el enriquecimiento de bosques empobrecidos con el establecimiento mínimo de 200 plantas por hectárea y la plantación de especies de alto valor en macizo con 825 pl/ha (MAGyP, Res. 415/2013).

Tomando en consideración lo anterior, podemos reconocer al menos dos propósitos diferentes para el establecimiento de especies nativas: las plantaciones para conservación y las plantaciones para producción. Estos distintos propósitos van a condicionar las decisiones de manejo. Por ejemplo, en una ladera con una pendiente pronunciada, una plantación con fines productivos puede ser injustificable aunque seguramente una realizada en el contexto de un programa de restauración sea absolutamente razonable. Es posible encontrar antagonismos similares para definir la especie a plantar y la densidad, o el diseño de la plantación. Por este motivo, es clave definir tempranamente el propósito de

una plantación con nativas. Sin embargo, en ocasiones los propósitos de la conservación y la producción se pueden materializar en una misma área, ya que una plantación con nativas seguramente causará un menor impacto ecológico sobre los ecosistemas naturales que otra con exóticas, y una intervención activa sobre un ecosistema degradado puede aprovecharse como una oportunidad para recomponer el ecosistema original en algún grado. Así lo entienden la Secretaría de Ambiente y Desarrollo Sustentable (SAyDS) y el Ministerio de Agricultura Ganadería y Pesca (MAGyP) de la Nación, que acordaron otorgar los beneficios de ambas leyes en el caso de plantaciones de enriquecimiento de bosque nativo degradado para aumentar la cantidad de individuos de especies nativas con valor comercial, en las áreas de Categoría II y III del Ordenamiento Territorial de Bosques Nativos (DBy DPF 2013).

CONSIDERACIONES SOBRE LA PLANTACIÓN CON ESPECIES NATIVAS

En las tres últimas décadas se ha avanzado notablemente en el conocimiento de la dinámica de regeneración de las especies forestales nativas de la Patagonia. Estos estudios permitieron identificar y analizar algunos factores que afectan su supervivencia y crecimiento en plantación, así como generar conocimientos y experiencia en técnicas de producción de plantines y su establecimiento. Este último punto es paradigmático, ya que el avance en la tecnología de producción de plantas ha dado un salto de calidad en los últimos años. Las primeras experiencias de plantación de estas especies en la región, hace unos 60 años, se llevaron a cabo con plantines extraídos del bosque natural, como fue el caso de la parcela de 700 m^2 de ciprés de la cordillera establecida en 1947 en cercanías de Puerto Limonao (Parque Nacional Los Alerces, Chubut) que aún se conserva (Loguercio *et al.* 2005). En la actualidad, la producción de plantas se realiza en invernáculos, con condiciones de siembra y cría controladas y manejo intensivo durante todo el ciclo de cultivo hasta la obtención del tipo de plantín buscado.

A pesar de estos avances tecnológicos y del aumento del uso de las especies nativas en plantaciones, la escala es aún pequeña y pocas veces los rodales superan las dos o tres hectáreas. Por ejemplo, entre 2003 y 2013, se establecieron en Chubut 234 ha con ciprés de la cordillera y lenga, principalmente en bosques quemados y degradados. Estas plantaciones fueron subsidiadas por la operatoria de enriquecimiento de bosque nativo de la Ley 25.080 (O. Torres, *com. pers.*). En Río Negro existen antecedentes de plantación de especies nativas de escalas intermedias, también como respuesta a eventos de incendios forestales en bosques de ciprés de la cordillera (Oudkerk *et al.* 2003, Perdomo *et al.* 2009).

La escasa superficie plantada con especies nativas puede deberse a distintos factores, siendo tal vez el más importante la incertidumbre que genera toda nueva actividad. Si bien el conocimiento para la producción de plantines, su plantación y los cuidados de los primeros años es adecuado, no sucede lo mismo con las técnicas de manejo silvícola, el crecimiento a la madurez, el rendimiento al turno, la edad de cosecha o la calidad de madera que se obtendrá. Sólo se cuenta con algunos indicios en la región en base a las escasas y acotadas primeras experiencias. Por ejemplo, existe información sobre una parcela de 500 m^2 de roble pellín establecida en 1956 en Trevelin, Chubut, la cual logró a los 50 años de edad una altura media de 32 m, un diámetro cuadrático medio de 44,8 cm, y características físico-me-

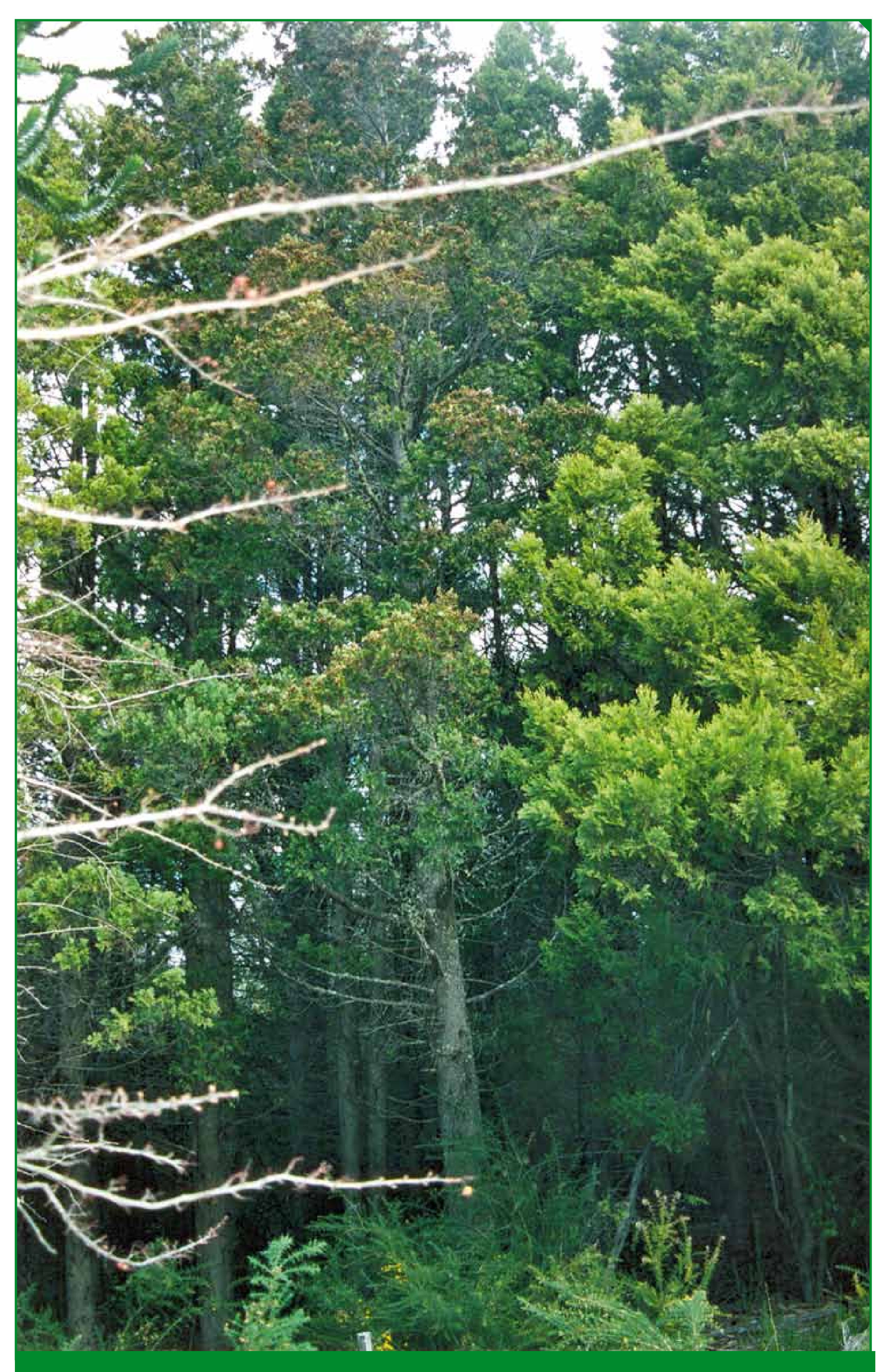


Figura 1. Rodal de ciprés de la cordillera de 59 años localizado en el Parque Nacional Los Alerces, Chubut (fotografía tomada en 2006).

cánicas de la madera similares a la de árboles del bosque natural (Mondino y Tejera 2006). Por otra parte, la incertidumbre económica también influye sobre esta actividad forestal. En particular, el pago irregular de los subsidios ha determinado que la decisión de los propietarios de plantar haya sido coyuntural y sin planificación, muchas veces en un contexto de escasez de plantines. También han existido pulsos de confianza en los que los viveristas produjeron plantas sin demanda del mercado, lo que muchas veces provocó operaciones comerciales desventajosas e incluso la pérdida de parte de la producción. Así está instalado un círculo vicioso asociado a las especies nativas,en el cual la reducida tasa de plantación conduce a una reducida producción de plantines, y al mismo tiempo, la falta de plantines conduce a una escasa tasa de plantación.

Esta situación sólo puede superarse con planificación y posiblemente requiera compartir riesgos entre el viverista y el plantador. La decisión de plantar debe incorporar el encargo o reserva de la producción de plantas, incluso desde la obtención de las semillas, dado que su disponibilidad puede ser un cuello de botella en la cadena de producción. Esta decisión debe anteceder entre uno a tres años a la plantación propiamente dicha, según la especie. A continuación abordaremos los aspectos de las etapas productivas de la plantación con nativas que surgen de estudios de caso realizados durante los últimos 20 años, enfatizando en aquellas especies de mayor relevancia forestal como roble pellín, raulí, lenga, coihue, ñire y ciprés de la cordillera. Es pertinente citar que también existen experiencias con pehuén, radal (*Lomatia hirsuta*), maitén (*Maytenus boaria*), laura (*Schinus patagonicus*), retamo (*Diostea juncea*) y chacay (*Chacaya trinervis*).

ASPECTOS GENÉTICOS DE LA PLANTACIÓN DE NATIVAS

Cualquier plantación, tanto de exóticas como de nativas, implica seleccionar, además de la especie, los acervos genéticos que serán utilizados para la producción de los plantines. La elección de las fuentes semilleras resulta una etapa crítica, ya que las consecuencias negativas de una mala elección sólo pueden corregirse con el reemplazo de la forestación. Al elegir nuestras fuentes semilleras debemos pensar en la adaptación al sitio de implantación del acervo genético que utilicemos, lo que se traducirá no sólo en la supervivencia de los plantines sino también en el desempeño general y crecimiento de los árboles durante todo su desarrollo. Una elección errónea puede llevar a procesos de mala adaptación que depriman el vigor de los árboles implantados y hasta comprometan su supervivencia (McKay *et al.* 2005). Si se trata de una plantación con fines productivos, puede disminuir su productividad al punto de representar un fracaso económico.

La predicción de la adaptabilidad comúnmente se basa en analogías entre las condiciones ambientales del sitio de origen y las del sitio de plantación, al menos hasta tanto se establezcan ensayos de procedencia que prueben en forma científica esa adaptabilidad predicha. En el caso de las especies nativas, puesto que vegetan en la misma región de plantación, se presume adaptabilidad sin necesidad de analizar analogías ambientales. Sin embargo, es necesario discriminar distintos orígenes de la semilla. Las especies se distribuyen en forma natural a través de gradientes ambientales u ocupan sitios de condiciones particulares, que no presentan continuidad en los gradientes más evidentes. Los gradientes dan lugar típicamente a una variación clinal

de los caracteres adaptativos, mientras que el segundo caso a una variación ecotípica. Así, dentro de una misma especie pueden identificarse acervos genéticos distintivos, adaptados a condiciones ambientales diferentes, por lo que dos orígenes de una misma especie pueden expresar adaptabilidades disímiles en un mismo sitio.

Los procesos adaptativos son dirigidos por las variables ambientales claves del sitio en el que se desarrollan, pero debe tenerse en cuenta que comúnmente no responden a los valores medios de esas variables, sino a los extremos. En este sentido, resultan más importantes las mínimas y máximas absolutas, aunque se trate de eventos de baja recurrencia. Los árboles son organismos longevos y el paso de una generación a la siguiente puede llevar varias décadas y hasta cientos de años, por lo que es suficiente un evento extremo cada 20 o 30 años para diezmar toda una generación.

Si en una forestación con una especie nativa, llevada a cabo con el propósito de enriquecer un bosque degradado de la misma especie, se utilizan acervos genéticos inadecuados, los árboles implantados pueden expresar una mala aptitud competitiva y quedar suprimidos bajo los individuos pre-existentes. Asimismo, la susceptibilidad a eventos climáticos de baja recurrencia puede ser mayor a la que guardan los acervos genéticos locales, que están adaptados a los mismos. Así, una sequía atípica o una helada excepcional pueden causar la mortalidad de todos los ejemplares plantados aunque su crecimiento hasta el momento (tal vez por años) haya sido adecuado. También la tolerancia a agentes biológicos dañinos puede ser menor, y una eventual explosión demográfica de una plaga o la proliferación de una enfermedad por condiciones ambientales predisponentes, pueden poner en riesgo la supervivencia o alterar el porte forestal de los individuos plantados, aun cuando su comportamiento en términos de crecimiento haya sido bueno.

Por otro lado, la mala elección del acervo genético puede tener un efecto perjudicial no sólo en la masa implantada, sino también en los bosques pre-existentes. Si las forestaciones se llevan a cabo en sitios en los que la misma especie crece en forma natural, el uso de un acervo genético de otra región genera el riesgo de “contaminación genética” (Bischoff *et al.* 2010), o sea la introgresión de genes “exóticos” (no locales) en las masas espontáneas. Este proceso puede darse tanto por medio de la polinización libre como por la dispersión natural de semillas, y su efecto se torna irreversible, pudiendo conducir a la pérdida irrecuperable del acervo genético local.

La mezcla de genes exóticos con nativos puede producir el efecto de “depresión por exogamia” (Fenster y Galloway 2000), por el cual generaciones híbridas avanzadas expresan una aptitud reproductiva inferior a la de los parentales, aun cuando se haya verificado vigor híbrido en la primera generación de hibridación. El largo ciclo de vida de los árboles puede llevar a que se compruebe este efecto muy tardíamente.

Este riesgo es particularmente importante en programas de restauración que llevan a cabo forestaciones de enriquecimiento en bosques degradados o de recomposición de parches boscosos entre remanentes de incendios u otros eventos catastróficos. En el caso particular de forestaciones de enriquecimiento, la plantación extensiva en bosques degradados en los que los individuos remanentes de la es-

pecie a plantar son relativamente escasos, puede conducir a lo que se denomina "inundación genética". En este proceso, el acervo genético local se diluye en el de la plantación, y si estos no son equivalentes puede producirse la pérdida de variantes alélicas o de complejos multigénicos, incluso de aquellos con valor adaptativo (Lesica y Allendorf 1999).

Para evitar riesgos de mala adaptación y de contaminación genética por el uso de acervos genéticos exóticos rige como principio precautorio el uso de la procedencia local. Esta debe ser siempre la alternativa preferida, o sea usar como fuente semillera los bosques naturales de los alrededores de la futura plantación o, en el caso de programas de restauración, los remanentes del bosque degradado. Sin embargo, en ocasiones esto no es conveniente por el extremo empobrecimiento genético de los remanentes locales, o simplemente imposible por su inexistencia. También debe atenderse a razones operativas, ya que el uso de la procedencia local implica una planificación de varios años para la cosecha de semillas y la producción de plantas. Esto muchas veces no es posible y la forestación debe llevarse a cabo con los plantines disponibles en los viveros de la región.

El uso de semillas de procedencias no-locales lleva a la necesidad de la definición de unidades operativas de manejo genético, las que pueden orientar la transferencia de semillas desde un sitio lejano al área en forestación o restauración. Los estudios de genética de poblaciones con marcadores moleculares o caracteres adaptativos analizados en ensayos de campo, son la base para definir *Zonas Genéticas* (ZG) y *Regiones de Procedencia* (RP). Una ZG es un grupo de poblaciones naturales con continuidad geográfica que guardan cierta similitud genética verificada con marcadores moleculares, mientras que una RP es un grupo de poblaciones naturales con continuidad geográfica que pertenecen a una misma ZG y de las cuales se esperan similares respuestas adaptativas, según haya sido comprobado con caracteres cuantitativos a través de ensayos o inferido por compartir condiciones ambientales homogéneas. Este conocimiento entonces, resulta útil para evitar, en una forestación con una especie nativa, el uso de procedencias pertenecientes a una ZG o RP distinta a la local.

La definición de ZG y RP es una tarea de varios años de estudio y por lo tanto se restringe a aquellas especies de mayor importancia por la extensión de su distribución y la relevancia ecológica que tengan en los ecosistemas que integran. En Argentina sólo recientemente se ha definido la RP para ciprés de la cordillera (Figura 2, Pastorino *et al.* (2015)), y se está trabajando sobre la definición de las ZG para roble pellín, raulí, lenga y ñire (Azpilicueta *et al.* 2015, Soliani *et al.* 2015). En general, las RP agrupan muchas poblaciones distribuidas en grandes superficies. Por ejemplo, la totalidad de la distribución de ciprés de la cordillera en Argentina se divide en tan sólo cinco RP (una de ellas muy pequeña), de modo que la restricción al uso de procedencias no-locales es muy baja.

Además del origen, es necesario tener en cuenta también el procedimiento de la cosecha de semillas en sí mismo (Pastorino *et al.* 2001). Si estas son obtenidas de rodales naturales debe considerarse representar en la cosecha toda la variabilidad de



Figura 2. Regiones de procedencia (RP) y procedencias de área restringida (PAR) de ciprés de la cordillera en Argentina. RP_{NA}: RP Norte Alto; RP_{NB}: RP Norte Bajo; RP_C: RP Central; RP_S: RP Sur; RP_E: RP Este (tomado de Pastorino *et al.* 2015).

sus acervos genéticos. Para una escala reducida de producción de plantas (menos de 50.000 plantas), como es habitual en la viverización de especies nativas, es posible obtener la totalidad de las semillas necesarias de un único árbol semillero. Sin embargo, esto restringiría al extremo la variabilidad genética del conjunto de plantines

utilizados para la plantación (todos serían al menos medios hermanos, o sea genéticamente muy similares), lo que en definitiva disminuye su adaptabilidad, puesto que un menor número de variantes genéticas implica una menor capacidad de amortiguar las oscilaciones ambientales. O para decirlo de otra manera, un mayor número de variantes aumenta las chances de que algunas de ellas sean las adecuadas para las condiciones ambientales actuales y las que ocurrirán a lo largo de la vida de los árboles implantados.

Existe un número adecuado teórico de árboles a cosechar para representar la variabilidad genética de un bosque, el cual dependerá de la especie, de su autoecología, del tamaño poblacional efectivo y de la variabilidad existente en ese bosque en particular. Sin embargo, podemos aceptar como una regla general para especies de bosques templados que forman masas continuas puras o mixtas simples, que unos 20 árboles cosechados sería un número adecuado.

Asimismo, también resulta importante la distribución de los árboles cosechados en el bosque. Las semillas de un árbol se dispersan mayormente en su entorno próximo. Esto determina que en el bosque se establezcan cohortes familiares, o sea que los árboles próximos tengan mayor probabilidad de estar emparentados. Debemos evitar colectar semillas de árboles emparentados, ya que si no representaríamos deficientemente la variabilidad genética de todo el bosque, y para ello se establece una distancia mínima entre árboles de cosecha. En este caso también la distancia adecuada entre árboles varía según múltiples factores, pero puede aceptarse como regla general que una distancia de al menos 30 m es apropiada para los bosques antes mencionados.

SISTEMAS DE PRODUCCIÓN DE PLANTINES DE ESPECIES NATIVAS

CALIDAD DEL MATERIAL DE REPRODUCCIÓN

La calidad de la semilla es un aspecto importante para la producción en los viveros. Cuando hablamos de calidad nos referimos a la valoración de distintos atributos o características. Estos atributos pueden ser nombrados de manera diferente; sin embargo, las características genéticas tratadas previamente, las físicas, fisiológicas y sanitarias son las más relevantes. Las últimas tres pueden ser determinadas mediante la realización de análisis estandarizados (pureza, peso, contenido de humedad, capacidad germinativa, viabilidad y estado sanitario de la semilla) como recomiendan las Reglas Internacionales para los Ensayos de Semillas (ISTA 2003) .

La trazabilidad del lote de semillas, así como la de los plantines, es un aspecto importante dado que un vivero puede producir plantas de una o más especies nativas, pero a la vez de distintos orígenes o calidad genética. Este último aspecto es de singular importancia y por este motivo el Instituto Nacional de Semillas (INASE) ha reglamentado el Sistema de Certificación de Semillas de Especies Forestales mediante la Resolución INASE Nº 256/99. La calidad genética del material se inscribe en distintas categorías (fuente identificada, seleccionada, calificada o ensayada) según provenga de áreas productoras de semilla (APS), de rodales semilleros (RS) o de huertos semilleros clonales o de progenie (HSC/HSP). En el caso de las especies nativas de nuestra región,

en el INASE se hayan inscriptas dos APS de roble pellín (APS Yuco Alto, Parque Nacional Lanín, y APS Lagunas de Epulauquen, Reserva Provincial homónima en el norte de Neuquén), una de raulí (APS Yuco Alto, Parque Nacional Lanín) y dos de ciprés de la cordillera (APS Loma del Medio, Reserva Forestal homónima bajo administración del INTA Río Negro, y APS Huinganco, en la Reserva Provincial Cañada Molina, en el norte de Neuquén). No existen hasta la redacción de este manual materiales básicos de propagación de fuente seleccionada, calificada ni ensayada para ninguna especie nativa de la región; sólo contamos con las mencionadas APS que representan materiales de fuente identificada. Es importante proseguir en este sentido, propiciando la inscripción de las áreas habituales de cosecha de las cuales se abastecen los viveros locales, de tal manera de poder certificar el origen del material vegetal reproducido.

Dado que la producción de semillas varía anualmente en cantidad y calidad, es importante dimensionar este aspecto y definirlo de manera temprana, a través de un seguimiento fenológico de las áreas a cosechar. En el caso de ciprés de la cordillera la disponibilidad de semillas no es habitualmente una limitante para la producción de plantines, ya que tiene una periodicidad de producción de dos años aproximadamente, y comúnmente la capacidad germinativa de sus semillas es de buena a muy buena. Sin embargo, no sucede lo mismo con *Nothofagus* y especialmente con lenga, donde la periodicidad puede superar los 4-5 años, y pueden repetirse temporadas sin producción de semillas o con un alto porcentaje de vanas. Las especies de la familia Nothofagaceae o Notofagáceas, tienen la capacidad de producir frutos partenocárpicos, es decir sin mediar la fecundación (Poole 1950). Estos aspectos son relevantes para planificar la cosecha de semillas en vista a obtener plantines, porque puede ser una limitante muy significativa. Es necesario también avanzar en el conocimiento y elaboración de protocolos de conservación de las semillas de cada especie para mantener la calidad fisiológica (Urretavizcaya *et al.* aceptado). En este sentido, existen ya algunas experiencias que pueden orientar la conservación de las semillas de las principales especies de la región, básicamente manejando su contenido de humedad y la temperatura de almacenamiento. La semilla de ciprés de la cordillera secada al sol a temperatura ambiente durante una semana y conservada a -18 °C puede mantener un poder germinativo de alrededor del 70 % por el término de tres a cinco años (Pastorino, *datos propios*).

SISTEMAS DE PRODUCCIÓN

Los sistemas de producción de plantines de especies forestales se dividen, principalmente, en dos grandes grupos: los de plantas a raíz desnuda y los de plantas a raíz cubierta. Dentro del sistema a raíz cubierta se pueden diferenciar los plantines producidos en contenedor (en bandeja o individuales) o en bolsas de polietileno. Particularmente, para las especies nativas arbóreas de la Patagonia argentina encontramos plantines cultivados mayoritariamente a raíz cubierta, pero con importantes diferencias:

- Sistema de raíz cubierta “tradicional”. En este sistema la siembra se realiza en un almácigo interior o exterior, y luego de la primera temporada de crecimiento, el plantín se trasplanta o repica a un envase. Este es generalmente una bolsa de polietileno negro, con agujeros de drenaje, con una mezcla de tierra negra y arena volcánica, donde permanece uno o más años según la especie (Figura 3).

- Sistema de raíz cubierta "intensivo". Este comenzó a implementarse en la región a finales de la década del 90 (Contardi y Gonda 2012). En este sistema los plantines se producen en contenedores plásticos rígidos, individuales o en bandejas, en ambientes controlados o semi controlados (Figura 4). Como sustrato puede utilizarse una mezcla de material inerte con compost, que asegura la nutrición de las plantas, o un sustrato totalmente inerte. En este caso la nutrición puede proveerse por medio de fertilizantes granulados de liberación lenta, que se disuelven paulatinamente con cada riego, o en la alternativa más intensiva, mediante fertilizantes disueltos en el agua de riego (sistemas de fertirriego), siguiendo dietas desarrolladas específicamente para cada especie (Schinelli Casares 2013).

- Sistema mixto. Este es una combinación de los dos sistemas anteriores. Durante el primer año los plantines son producidos por el sistema de raíz cubierta intensivo y luego son trasplantados a bolsas de polietileno donde se desarrollan 1 o2 años más antes de ser llevados a plantación. Alternativamente, el repique puede hacerse a canchas de cría, donde las plantas son criadas a raíz desnuda.

Con estos sistemas la diversidad de plantines que se produce entre los distintos viveros es amplia y muy variable de año a año, dado que cada uno cuenta con diferentes protocolos de producción.



Figura 3. Ciprés de la cordillera con hojas cotiledonares y primer verticilo de hojas verdaderas luego de la emergencia en cama de siembra en invernadero (arriba izquierda), lenga en cama de siembra a mediados de la primera estación de crecimiento (arriba derecha),sombráculo donde se disponen las plantines repicados en bolsas de polietileno (abajo izquierda) y túnel de malla media sombra con ciprés de la cordillera de tres años de edad en bolsas de polietileno (abajo derecha).



Figura 4.Radal de 1 año en bandejas (izquierda), raulí de un mes y medio también en bandejas (derecha).

CALIDAD DE PLANTINES

La calidad de un plantín es entendida como el conjunto de atributos (morfológicos, fisiológicos y químicos) que permiten garantizar su capacidad para establecerse y crecer exitosamente en el terreno (Mexal 2012). La literatura respecto a calidad de plantines es abundante, pero principalmente centrada en pináceas (Landis y Dumroese 2006). Los trabajos sobre plantines de las especies nativas de la Patagonia argentina que relacionan atributos morfológicos o fisiológicos con la supervivencia y el crecimiento en terreno son escasos, y en consecuencia no existen aún estándares oficiales. En Chile la Norma 2957/5 2006 indica que el material de propagación de raulí debe cumplir con atributos morfológicos y fisiológicos asociados a la altura, el diámetro de cuello, la relación diámetro-altura (D:A) y la longitud de raíces según el sistema de producción. Por ejemplo, para plantas de un año producidas a raíz cubierta en contenedor, la norma estipula una altura de 25 a 35 cm, un diámetro al cuello de al menos 3 mm, una relación D:A mínima de 1/83 y las raíces colonizando todo el volumen que debe ser al menos de 135 cm^3. Esta norma es una primera aproximación de valores deseables que puede extrapolarse a especies similares como el roble pellín (Quiroz *et al.* 2009).

Los atributos morfológicos que tienen más relación con la supervivencia y el crecimiento son el diámetro de cuello, la altura del tallo y las relaciones alométricas entre las partes aérea y radical, como la proporción entre la biomasa del tallo y la raíz (T:R) y entre la altura y el diámetro, frecuentemente llamada coeficiente de esbeltez o robustez (A:D) (Hasse 2007, Mexal 2012). Distintos estudios han demostrado la importancia del diámetro de cuello para predecir la supervivencia de los plantines en la plantación, independientemente del sistema de producción. En general, a medida que aumenta el diámetro de cuello aumenta la supervivencia (Mexal 2012). Sin embargo, si los plantines se mantienen demasiado tiempo en el envase, tendrán grandes diámetros pero raíces muy compactadas y enredadas. Esto puede reducir la supervivencia y el crecimiento el primer año.

En líneas generales, en sitios donde la humedad no es una limitante severa, las plantas más altas tendrán mayor supervivencia y más rápido crecimiento que las plantas bajas. En cambio, en sitios secos y más rigurosos, donde las plantas pueden sufrir estrés hídrico y la capacidad de almacenamiento de agua del suelo es baja, las plantas altas pueden tener

supervivencia reducida (Mexal 2012). La relación T:R de los plantines en contenedor tiende a aumentar a medida que los mismos crecen y llega a una meseta por lo cual no tendría tanta importancia como en los plantines producidos a raíz desnuda (Mexal 2012). En cambio, la relación A:D sí la tiene. Plantines de pino oregón (*Pseutdotsuga menziesii*) con bajos coeficientes (A:D=58) muestran alta supervivencia y buen crecimiento en cualquier ambiente de plantación. Mientras que, plantines con altos coeficientes (A:D=98) muestran supervivencia variable y pobre crecimiento en ambientes rigurosos (Généré y Garriou 1999).

Para plantines de ciprés de la cordillera (Figura 5), se pueden considerar como valores de referencia diámetro de cuello>2,5 mm, relación T:R<2 y relación A:D<54. Estos valores se obtuvieron de 8 ensayos de plantación en sitios mésicos y xéricos, en los cuales la altura inicial varió entre 10 y 30 cm y la supervivencia al segundo año fue mayor a 60 %. Asimismo, estos plantines presentaron una supervivencia mayor al 80 % al segundo año en cinco de estos ensayos realizados en los sitios mésicos. Si bien es necesario profundizar el estudio de los atributos y respuesta en la plantación de los plantines de ciprés, es fundamental determinar estas relaciones en las Notofagáceas más utilizadas, dado que son aún más escasos los trabajos realizados (Urretavizcaya *et al.* 2013).



Figura 5. Plantines de ciprés de la cordillera de 3 años con diferentes atributos morfológicos cultivados bajo dos sistemas productivos: tradicional (arriba izq.) y mixto (abajo izq.). Plantín de 3 años de ciprés producido a raíz cubierta en contenedor con fertirriego (derecha).

Los métodos de cultivo de cada vivero influyen sobre las características morfológicas y fisiológicas de los plantines, y determinan su habilidad para sobrevivir al estrés de la plantación así como a las condiciones que prevalezcan en el sitio de plantación (Burdett 1990). Sin embargo, hay otros factores que influyen en la calidad funcional de los plantines como son el cuidado básico durante la manipulación de los mismos en el vivero y durante su traslado al sitio de plantación, así como la época y la técnica específica de plantación.

CARACTERÍSTICAS AMBIENTALES DE LOS SITIOS DE PLANTACIÓN

La Región Andino Patagónica presenta de Oeste a Este uno de los gradientes de precipitación más marcados del planeta. Por ejemplo, a 41ºS en aproximadamente 100 km la precipitación media anual (pma) disminuye de 3668 mm en Laguna Frías, próximo a la frontera con Chile, a sólo 336 mm en Pilcaniyeu (De Fina 1972). Esta disminución longitudinal de la precipitación es acompañada por la disminución del contenido de alófano y de la capacidad de almacenamiento de humedad del suelo. Las condiciones climáticas de esta región también varían latitudinalmente desde Neuquén a Tierra del Fuego. Así, la temperatura media del mes más cálido (enero) es entre 20º y 4º, y la del mes más frío (julio) es entre 6º y -4º C. En la zona norte más del 65 % de la precipitación ocurre en otoño-invierno (de abril a septiembre) y tanto las primaveras como los veranos (de octubre a marzo) son cálidos y secos. En la zona sur la cantidad de precipitación anual se distribuye regularmente a lo largo del año (De Fina 1972). Asimismo, en la región ocurren fuertes vientos que provienen del cuadrante Oeste principalmente. Asociada a la latitud, la duración del fotoperíodo en época estival alcanza las 16 horas, y la radiación directa del mediodía y de las primeras horas de la tarde puede condicionar el establecimiento de las especies nativas en áreas sin cobertura. En líneas generales, la mayoría de las especies nativas requieren de algún tipo de cobertura de protección a la radiación directa para lograr un prendimiento inicial satisfactorio en plantación.

En forma esquemática los sitios para plantación con especies nativas pueden ser clasificados como húmedos, mésicos y xéricos teniendo en cuenta las condiciones de precipitación y suelo. Por ejemplo en Río Negro y Chubut, la pma sería mayor a 1000 mm para sitios húmedos, entre 1000 y 700 mm para mésicos, y entre 700 y 500 mm para xéricos. La especie ciprés de la cordillera puede ser establecida bajo los distintos niveles de precipitación mencionados, observando diferencias en los valores de supervivencia y crecimiento asociados al sitio, mientras que las Notofagáceas muestran muy buenos valores de supervivencia y crecimiento especialmente en los sitios mésicos a húmedos. En el sur de Santa Cruz y Tierra del Fuego en general la pma es inferior a 600 mm y se distribuye a lo largo del año, por lo cual no se aplicaría la clasificación anterior. En un sitio de esa región, con 450 mm de pma, en una plantación de lenga se ha registrado una supervivencia mayor a 70 % (Urretavizcaya *et al.* 2012).

Los sitios potenciales para la plantación de especies nativas incluyen diferentes tipos de vegetación natural y plantada, de especies nativas y exóticas, con diferentes niveles de degradación por fuego y uso ganadero, como bosques puros altos, bosques mixtos bajos (también llamados matorrales), arbustales y plantaciones de coníferas. Más abajo nos referiremos a la plantación en estos diversos ambientes.

SELECCIÓN DE LA ESPECIE

La referencia principal para la selección de la especie nativa a plantar es es su distribución natural y la presencia en el sitio de plantación. En el caso de plantaciones de conservación o enriquecimiento, debemos analizar en qué situación de degradación se encuentra el sitio. Rusch (2011) identifica los siguientes ambientes "degradados": a) en los que hubo bosque en el pasado pero no en la actualidad (pérdida de bosque), b) en el que el bosque está presente pero en forma discontinua (bosque fragmentado), c) en el que la cobertura arbórea es menor (bosque degradado con baja cobertura) y d)en el que existe una alta cobertura pero la composición, estructura, calidad de suelo o la fauna está alterada (bosque degradado con alta cobertura).

La plantación puede ser realizada con una sola especie como plantación pura, o con varias especies como plantación mixta. Esto se define teniendo en cuenta el sitio y el objetivo de la plantación. En este sentido el mayor número de experiencias son de plantaciones puras. Sin embargo, también se han realizado plantaciones mixtas principalmente de roble pellín y raulí, ciprés de la cordillera y coihue, coihue y raulí y en menor medida, de estas cuatro especies juntas (Loguercio 1997, Biaus *et al.* 2008, Donoso *et al.* 2011, Pafundi *et al.* 2011, Urretavizcaya 2011).

En particular en nuestro país, roble pellín y raulí tienen una distribución natural acotada al norte de la Patagonia habiéndose plantado con éxito tanto dentro como fuera la misma. Para establecer estas especies fuera de su área de distribución, es conveniente elegir sitios con suelos profundos de textura franca y en laderas con exposición sur a sureste, protegidas del viento y con menor insolación, preferiblemente con un estrato arbustivo o arbóreo abierto (Davel *et al.* 2004). Barbero *et al.* (2011) estimaron la existencia de 3.300 ha para raulí y 13.770 ha para roble pellín de superficies aptas para plantación en Río Negro a partir de los requerimientos ecológicos de las especies, excluyendo los ñirantales, todas las áreas protegidas nacionales, provinciales o municipales, y los ecosistemas con presencia actual de bosque.

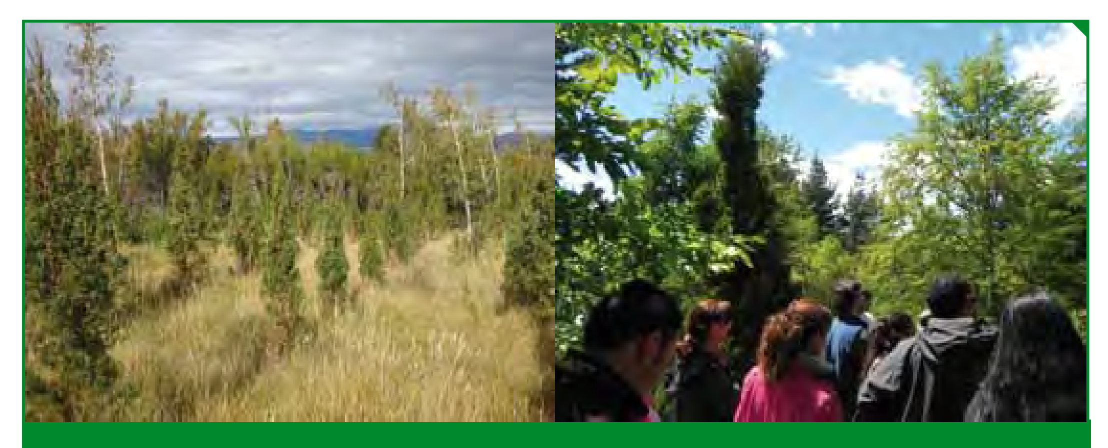


Figura 6. Plantación pura de ciprés de la cordillera en una área quemada de esta especie (izquierda) y mixta de ciprés de la cordillera, coihue, roble pellín y raulí (derecha).

DENSIDAD, DISEÑO Y PREPARACIÓN DEL SITIO DE PLANTACIÓN

La densidad y el diseño de la plantación dependen principalmente del objetivo, así como de las características de la vegetación del sitio. Si el objetivo es la producción de madera de alta calidad, la densidad no debería ser inferior a 800 plantas por ha, siendo recomendable densidades aún mayores. Esto último es especialmente importante en plantaciones de Notofagáceas para que la competencia favorezca un buen porte forestal y la poda natural, y disminuya el tamaño de las ramas. Como se mencionó previamente, en la modalidad de plantación en secano, la Ley N° 25.080 requiere 825 plantas por hectárea (pl/ha) como mínimo de estas especies. En cambio si el objetivo es de conservación, pueden realizarse plantaciones menos densas, siendo recomendables densidades de 400/600 pl/ha. Si bien la Ley N° 25.080 requiere un mínimo de 200 pl/ha en la modalidad de enriquecimiento, esta baja densidad implicaría una subutilización productiva del sitio.

Los ensayos de plantación llevados a cabo en la región son escasos y con resultados disímiles como para establecer pautas generales respecto al distanciamiento (Davel *et al.* 2004). Tanto ciprés de la cordillera como lenga se plantaron, en general, a densidades menores a 1111 pl/ha, lo cual es común en las plantaciones de exóticas. Con roble pellín, plantaciones realizadas a densidades de 1667 y 2500 pl/ha presentan fustes con numerosas ramas, siendo necesario realizar podas tempranas. En plantaciones de esta especie en Lago Puelo, la poda manual temprana mostró una cicatrización excelente en el mismo año (Biaus *et al.* 2008). En el caso de raulí presenta una buena rectitud de fuste en plantaciones de 2500 pl/ha (L.Tejera, *com. pers.*).

El diseño de la plantación está estrechamente asociado a la vegetación presente en el sitio previo a su realización. Como ya fue mencionado, las especies nativas de mayor interés forestal requieren cobertura que las proteja contra la insolación directa generalmente durante los dos primeros años luego de la plantación. Por lo tanto, los sitios de mayor aptitud presentan alguna cobertura natural de árboles o arbustos, nativos o exóticos, la cual no debe ser removida en forma completa como se haría en la plantación de especies exóticas de rápido crecimiento.

PLANTACIÓN EN MATORRALES

El bosque bajo mixto, comúnmente llamado matorral, es un ambiente adecuado para forestar con especies nativas. En estos ambientes la cobertura habitualmente es mayor al 20 % de vegetación arbustiva o arbórea juvenil, la altura es superior a 1 m y en su máximo desarrollo supera los 3 m. Se compone de especies nativas con gran capacidad de rebrote como ñire, retamo, laura, maitén, radal, maqui (*Aristotelia maqui*) y palo piche (*Fabiana imbricata*) entre otras, así como de especies exóticas como rosa mosqueta (*Rosa eglanteria*) y murra (*Rubus ulmifolius*), ocasionalmente en alta densidad. En este tipo de formación se han probado diseños de plantación en fajas y en bosquetes.

- La plantación en fajas tiene como ventaja el poder realizar una plantación con densidad regular dentro de la faja y con homogeneidad en el área a plantar. El distanciamiento entre fajas o ancho de la interfaja, depende de la densidad final deseada, siendo co-

mún distanciamientos de 3 a 10 m. El ancho de la faja estará en función de la altura de la vegetación predominante y también de la topografía y exposición de la ladera/sitio a implantar. En principio no debería superar el alto de los arbustos circundantes dado que la interfaja proporciona la protección a los plantines. En laderas con orientación S a SE, las fajas con orientación en sentido E a O producen una buena protección contra la radiación. Dado el rápido crecimiento y capacidad de rebrote de las especies arbustivas, suele ser necesario un trabajo de limpieza y liberación en forma periódica, en ocasiones anualmente hasta tanto las plantas establecidas superen la altura de la vegetación de protección y dejen de competir por la luz con las especies arbustivas nodrizas (Figura 7).

- La plantación en núcleos o bosquetes se realiza estableciendo los plantines en grupos a altas densidades, definiéndose el número de núcleos en función de la densidad final planificada. Mediante este diseño se logra, particularmente en las Notofagáceas, que la competencia ocurra a edades más tempranas, mejorando de esta manera la forma. Se disminuye también la cantidad de intervenciones de liberación y limpieza necesarias, tanto alrededor como dentro de cada bosquete. El tamaño de los bosquetes, del mismo modo que en las fajas, dependerá de la altura de la vegetación circundante, la topografía y exposición de la ladera/sitio a implantar. Adicionalmente, la presencia de material proveniente de la apertura de los bosquetes en el matorral posibilita la protección perimetral del mismo para prevenir el daño de liebres. Es recomendable disponer las ramas en torno al bosquete de tal manera que sirvan de cerco protector (Figura 7).



Figura 7. Plantación de ciprés en faja en un matorral mixto de especies arbustivas (izquierda) y de raulí en bosquete (derecha).

PLANTACIÓN EN ARBUSTALES

Cuando el estrato arbustivo no es tan denso ni alto como en los matorrales, la alternativa es utilizar los arbustos presentes como plantas nodrizas. En este caso los arbustos brindan protección tanto contra la radiación como el pastoreo, pero resultan plantaciones más irregulares. Distintos estudios muestran el efecto de facilitación (cuando la presencia de otras plantas es favorable) y competencia durante el proceso de establecimiento, determinándose que en estadios iniciales prima el efecto de facilitación, principalmente en los años donde el estrés por sequía es severo (Urretavizcaya *et al.* 2006). En estas condiciones los plantines deben plantarse al S - SE de los arbustos para que la protección

contra la radiación y el viento sea más efectiva. Adicionalmente, también actúa como un efecto facilitador la protección contra el ramoneo por liebre que inicialmente le proporciona la nodriza (Mondino *et al.* 2010). Sin embargo, en etapas posteriores de la plantación, por ejemplo luego de dos años, el efecto dependerá de las condiciones del sitio. En áreas xéricas puede continuar siendo positivo (Pafundi 2009, Urretavizcaya y Defossé 2013), mientras que en mésicas puede ser importante liberar las plantas de la competencia eliminando en forma gradual las especies nodrizas (Pafundi *et al.* 2014a) (Figura 8).



Figura 8. Plantaciónde ciprés de la cordillera en un arbustal semiárido.

PLANTACIÓN EN BOSQUES RECIENTEMENTE QUEMADOS

En los bosques quemados afectados por fuegos recientes se pueden realizar plantaciones regulares, tanto en líneas como en bosquetes, dado que el estrato arbustivo no se ha desarrollado completamente. En estos sitios, el dosel superior constituido por los árboles quemados protege significativamente a los plantines contra la radiación y el viento, efecto que no se registra en las áreas donde se extraen todos los árboles quemados (Urretavizcaya *et al.* 2014). Un aspecto a tener en cuenta es que con el tiempo los árboles comienzan a caer y pueden dañar las plantas establecidas debajo, o descalzarlas si se encuentran cerca de la base de un árbol grande. En las situaciones en las cuales es necesario extraer la madera, es aconsejable dejar cierta cantidad de árboles en pie y también en el suelo. En estos casos, una posibilidad es extraer los árboles quemados en fajas, dejando interfajas donde se puede plantar inmediatamente. Para plantar ciprés de la cordillera en las zonas quemadas donde se extrajeron los árboles y se realizó limpieza, es recomendable esperar a que se recupere y establezca la vegetación arbustiva, que pueda brindar protección a los plantines, o bien utilizar algún tipo de protector individual para la radiación (Figura 9).



Figura 9. Plantación de lenga (arriba) y ciprés de la cordillera (abajo) en bosque quemado.

PLANTACIÓN EN BOSQUES DEGRADADOS CON DOSEL ARBÓREO ABIERTO

En los bosques degradados donde se encuentran árboles adultos a baja densidad, el diseño de plantación puede ser en líneas o núcleos, contando estos últimos con la ventaja de imitar el modo natural de establecimiento de la regeneración de las principales especies nativas. Por ejemplo, en bosques naturales de lenga, la regeneración se instala en forma densa en claros abiertos por caídas naturales de grandes ejemplares o por prácticas de manejo (Veblen *et al.* 1996, Bava y López Bernal 2005). Los renuevos en el centro de los bosquetes son menos ramoneados y presentan ejes rectos y con ramas laterales delgadas (López Bernal *et al.* 2003, López Bernal *et al.* 2010).

Asimismo, en situaciones de elevado estrés (por ejemplo áreas quemadas expuestas al viento), el agrupamiento con elevada densidad a un distanciamiento de unos 20cm protege a los plantines contra la desecación y no se produce competencia (Fajardo y McIntire 2010). Plantaciones de raulí en bosquetes de 24 a 32 plantas con distanciamientos de 1 x 1 m no presentaron problemas de forma ni de crecimiento inicial, pero fue necesario realizar raleos tempranos (L. Tejera, *com. pers.*). En el bosque degradado, la cantidad de plantas en el núcleo podría variar entre 9 y 32, mientras que la cantidad de núcleos por unidad de superficie surgirá de considerar el área abierta a plantar en relación a la densidad definida.

En algunos bosques pastoreados durante cierto tiempo se encuentra un tapiz cerrado de especies herbáceas y gramíneas denominado comúnmente empastado. En bosques de lenga, la remoción manual y periódica del empastado mejoró la supervivencia y el crecimiento de los plantines de lenga (Quinteros 2014).

Ñire es la especie de las Notofagáceas más rústica en cuanto a requerimientos de sitio, y es posible plantarla sin cobertura arbórea o arbustiva; sin embargo, en este caso es

importante considerar la calidad de sitio. En distintas situaciones de sitio y de año de plantación, bajo dosel o en claros de raleos en suelos drenados y profundos se logró una supervivencia de 90%, mientras que en un acaenal pedregoso fue 0% (L. Tejera, *com. pers.*). Por ello se debe plantar con protección en los sitios con suelos de poca profundidad, muy pedregosos y con poca capacidad de retención de agua.

PLANTACIÓN EN PINARES

Es posible realizar plantaciones de especies nativas con excelentes resultados en rodales adultos de distintas especies de pino, luego de intervenciones silvícolas que abren el dosel. Las intervenciones probadas incluyen raleo, tala rasa en faja o bosquetes, en plantaciones de 15 a 25 años y con una altura de dosel de 10 a 25 m. Particularmente se han ensayado plantaciones de ciprés de la cordillera (Dalla Salda y Schlichter 2005, M. Pastorino, *com. pers.*) y roble pellín (Azpilicueta, *com. pers.*) bajo plantación raleada abierta de pino ponderosa; de ciprés de la cordillera y coihue en fajas y bosquetes en pino contorta y pino ponderosa (Pafundi *et al.* 2014b), de roble pellín y raulí en fajas bajo pino ponderosa (Biaus *et al.* 2008, Urretavizcaya 2011) y bajo pino radiata, tanto en faja como en bosquetes (Tejera 2011).

La plantación bajo pinares raleados permite una muy alta supervivencia inicial, pero cuando el dosel de los pinos no está suficientemente abierto o se vuelve a cerrar afecta el desarrollo de las nativas. Es entonces preferible hacer fajas o huecos con una apertura mayor en los cuales los árboles nativos presenten de manera eventual un cierto estrés inicial y posiblemente cierta mortalidad, pero les permitirá un crecimiento constante a lo largo del ciclo de desarrollo.

Para definir el tamaño de las aperturas de los bosquetes o fajas, se puede utilizar el índice denominado R, que es el cociente entre el diámetro del bosquete o el ancho de la faja y la altura de los árboles del borde. Esta relación es utilizada en bosques nativos para caracterizar el tamaño de bosquetes. Por ejemplo en bosques de lenga, en sitios con pma$<$ 700 mm, la regeneración natural no se instala en claros con $R>1$ (López Bernal y Bava 2011). En experiencias de plantación en zonas con pma de 1000 mm la supervivencia de ciprés de la cordillera y coihue superó el 80 %, y fue similar entre fajas y bosquetes con $R<1$. Asimismo, en fajas con R entre 0,5 y 1,5 la supervivencia de roble pellín y raulí fue mayor al 95 %. La dirección u orientación de la faja es otro aspecto a considerar por la incidencia de la radiación en verano, siendo la dirección este-oeste la más favorable, de igual modo que en las plantaciones en matorrales. Teniendo en cuenta el trabajo a realizar en la extracción posterior de los árboles de pino remanentes, la plantación en fajas se presenta como una alternativa más adecuada con relación a los bosquetes.

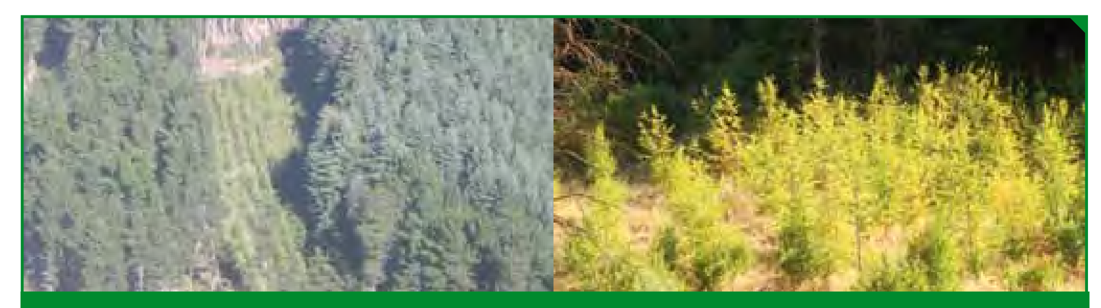


Figura 10. Vista aérea de una plantación de roble pellín y raulí en fajas realizadas en un pinar de Lago Puelo, Chubut (izquierda) y raulíes de 10 años plantados en una de las fajas (derecha).

LAS ACTIVIDADES ASOCIADAS A LA PLANTACIÓN PROPIAMENTE DICHA

ACONDICIONAMIENTO Y TRASLADO DE PLANTINES

Los recaudos a tener en cuenta durante el proceso de acondicionamiento de las plantas, embalado, transporte desde el vivero hasta el sitio de plantación y mantenimiento hasta el momento de plantación, son fundamentales para disminuir el estrés que produce la plantación y lograr un buen prendimiento inicial. Estas recomendaciones están en relación al tipo de planta utilizada (contenedor, ya sea individual o bandeja, raíz desnuda o bolsa de polietileno), siendo más sensibles las de raíz desnuda por la manipulación a la que están sometidas las raíces, y el consiguiente riesgo de desecación. Un detalle más exhaustivo de este tema se encuentra en el Capítulo de Establecimiento.

Si se usan plantines en contenedores, el acondicionamiento, conservación y transporte de plantas tiene una logística específica. Aunque se tenga una planta producida en las mejores condiciones y rustificada para un sitio específico, la plantación presentará muchas fallas si no se realizan los cuidados correspondientes. El acondicionamiento de las plantas para su transporte y posterior implantación es fundamental para garantizar que lleguen vivas a la plantación. Cuando la plantación se lleva a cabo en un lapso de tiempo corto (1 o 2 días) luego de extraer las plantas del vivero, es apropiado transportarlas directamente en los contenedores, proveyendo un riego previo hasta que se observe la percolación de agua. El contenido de humedad del sistema radical tiene un impacto decisivo sobre la supervivencia y crecimiento de coníferas, particularmente en sitios difíciles (Généré y Garriou 1999). Cuando la plantación se demora más de dos días, es necesario tomar recaudos adicionales. Las plantas deben ser regadas y acondicionadas en cajas apropiadas, de tal manera que las raíces, en este caso protegidas por el sustrato, estén en contacto entre sí, manteniendo todo el volumen húmedo. Las cajas pueden ser de plástico o cartón, y su tamaño debe contener a la planta completa (parte aérea y raíz). En caso de ser cajas plásticas, es posible el apilado para su conservación y transporte; en el caso de cajas de cartón, hay que tener precaución de que las mismas no colapsen por el peso. Las plantas así acondicionadas en cajas pueden ser conservadas sólo pocos días (no más de 2 o 3) en cámaras a una temperatura de 2-4 °C. Una vez en el sitio de plantación, las cajas deben ser protegidas de la insolación directa con lonas húmedas y bajo la sombra, evitando siempre la desecación de las raíces.

En el caso de utilizar plantas a raíz desnuda, las recomendaciones generales para el acondicionamiento y el transporte son las mismas, es decir prevenir la desecación de las raíces, evitando exponer las plantas durante el período entre el sacado de las mismas y la plantación a altas temperaturas, al viento y a la insolación directa. Es importante recalcar que las plantas de más de un año, poseen raíces leñosas y gruesas, cuya función primordial es de sostén, y raíces finas, que tienen como función principal la absorción. Una planta adecuada debe tener abundantes raíces finas en cabellera. La extracción de las plantas de almácigo, o "levantado" supone un previo descalce con palas apropiadas (palas de punta de sección plana, o maquinas descalzadoras), durante el cual inevitablemente se cortan raíces finas. Una vez extraído el plantín, las raíces de la cabellera se desecan en pocos minutos y dejan de ser viables. Por esta razón, para su extracción hay que ser muy cuidadoso y considerar las condiciones meteorológicas a lo largo de este proceso. Para

evitar la desecación de las raíces durante el traslado hasta el lugar de plantación, se pueden disponer las plantas en bolsas contenedoras (arpillera o nylon), tapándolas con lona. Una vez en el sitio de plantación, nuevamente debe escogerse un lugar húmedo y sombrío para preparar un barbecho en el que se almacenan las plantas durante la plantación. Como se detalló en el capítulo de Establecimiento, se abre una zanja casi vertical, de la profundidad de las raíces, acomodando las raíces de las plantas en la zanja, cubriéndose las mismas con tierra húmeda.

En el caso de utilizarse plantas producidas en envases de polietileno, los requerimientos más importantes son mantener las macetas húmedas durante toda la etapa de traslado desde el vivero hasta su plantación, transportarlas tapadas para que no sufran el efecto desecante del viento en su parte aérea y acondicionarlas en el lugar de plantación también en un lugar sombreado.

ÉPOCA DE PLANTACIÓN

La época de plantación se extiende desde mediados de otoño y hasta principios o mediados de invierno, y comienza cuando las lluvias invernales han humedecido el suelo luego de la sequía estival. Plantando en esta época se evita o disminuye el estrés de plantación que ocurre en primavera, y se previene el efecto negativo de una primavera seca y cálida. En general, las plantaciones realizadas en otoño tienen como ventaja que el suelo, por inercia térmica, tiene aún temperaturas adecuadas para el crecimiento radical. En el caso de plantaciones de lenga, que se realizan a mayor altitud, este efecto se observó hasta comienzos de mayo, dado que con posterioridad la temperatura disminuyó marcadamente. Entre junio y octubre normalmente no es posible realizar plantaciones de lenga debido a la acumulación de nieve (Mondino 2014).

PLANTACIÓN

Las herramientas de plantación que se utilizan son algunas de las descriptas en el capítulo de Establecimiento, pala de punta recta, barra plantadora y pottiputki o tubetera. La pala se utiliza para las plantas a raíz desnuda, en bolsita de polietileno y contenedor. La barra plantadora se utiliza para las plantas a raíz desnuda y el pottiputki o tubetera para plantas en contenedor, con dimensiones correspondientes al tamaño del mismo. Para plantar con pala es conveniente retirar primero el mantillo hasta alcanzar el suelo mineral, luego realizar el hoyo, remover la tierra del fondo del mismo, sostener el plantín en la posición deseada, llenar con tierra (evitar el llenado con pinocha o restos vegetales) y apisonarla bien. Esto evita que quede aire en contacto con la raíces y previene el descalce de los plantines por congelamiento del suelo. No se recomienda de ningún modo plantar cuando el suelo está congelado o cubierto de nieve. En el caso de especies nativas no es común el uso de la barra plantadora. Esto puede deberse a que los plantines a raíz desnuda generalmente son grandes y presentan un sistema radical que podría quedar doblado o mal plantado. El uso de pottiputki es recomendable en ausencia de malezas y cuando el suelo es blando. Esta situación suele encontrarse en pinares y también exige la remoción de la pinocha antes de abrir el hoyo. En sitios cubiertos por un tapiz vegetal,

como en ñirantales sometidos a pastoreo, es necesario el uso de pala de punta recta, con la cual se remueve esa cobertura o "deschampa" antes de realizar el hoyo de plantación.

El procedimiento de la plantación varía con las condiciones del sitio, el tipo de plantas y las herramientas. En plantación de plantas de tubete con pottiputki el proceso es rápido y un mismo operario realiza todos sus pasos: con el pie retira los restos vegetales del punto de plantación (como puede ser la pinocha), luego abre el hoyo, coloca la planta que lleva en alforja o bolsa con manija, apisona con el pie para asegurar el buen contacto de las raíces con el suelo mineral y avanza hacia el próximo punto de plantación en la línea. En el caso de plantación de plantas a raíz desnuda con pala de punta recta, también puede ser llevada a cabo por un solo operario de una manera similar a la antes descripta, con la excepción de que el hoyado es más profundo y requiere más tiempo, así como también que es necesario sostener la planta mientras se rellena el hoyo, aporcando tierra con el pie. Luego de un primer apisonado, se jala la planta hacia arriba pocos centímetros para asegurar que las raíces no queden dobladas en el fondo del hoyo, y posteriormente se termina de rellenar y apisonar.

Para la plantación de plantas en bolsita, con pala de punta, el proceso se realiza en equipos de dos operarios: mientras uno avanza abriendo los hoyos, el otro lo sigue acarreando las plantas y plantando. Es indispensable retirar la bolsita, para lo que se utiliza un elemento cortante como un cutter o "trincheta". Es muy común que en este tipo de plantas se enrule el extremo de la raíz. En ese caso debe cortarse la porción enrulada. Algunos plantadores prefieren, como proceso de rutina, cortar la base del envase tomando los últimos 5 mm del pan de tierra, cortando de esta forma también el extremo enrulado de la raíz. Luego ubican la planta en el hoyo regulando su altura para que el cuello quede al ras del suelo, retiran la bolsita desfondada jalando hacia arriba. Otra posibilidad es cortar la bolsita de polietileno lateralmente, teniendo la precaución de no penetrar el pan de tierra con el elemento cortante utilizado. Finalmente se rellena con tierra y apisona hundiendo levemente la planta por debajo del nivel del suelo.

La herbivoría de las plantas causada por ganado doméstico y animales silvestres es un tema clave en la forestación con árboles nativos. Los plantines resultan particularmente atractivos a vacas, ovejas, liebres, ciervos y otros vertebrados herbívoros. La incidencia de este problema puede ser muy grande, y es esencial tenerlo en cuenta. El ganado doméstico debe ser excluido con alambrados perimetrales. En el caso de las liebres puede optarse por cercos de alambrado romboidal o hexagonal, mallas plásticas, o protectores individuales, siendo la densidad de la plantación así como superficie lo que defina una u otra práctica (con baja densidad se vuelve preferible el uso de protectores individuales). Un ataque severo de liebres puede diezmar una forestación completa en su primera semana de implantación.

SUPERVIVENCIA Y CRECIMIENTO

Las condiciones ambientales dominantes de los sitios (precipitación, temperatura, suelo y vegetación) y el modo de realizar el proceso de plantación influyen en la supervivencia de los plantines. Distintas experiencias de plantación en ciprés de la cordillera

proporcionan valores de supervivencia, luego de dos temporadas de crecimiento, mayores a 55 % en sitios xéricos, a 75 % en mésicos y a 85 % en húmedos(Urretavizcaya 2006, Pafundi *et al.* 2014b, Urretavizcaya *et al.* 2014) (Figura 11).

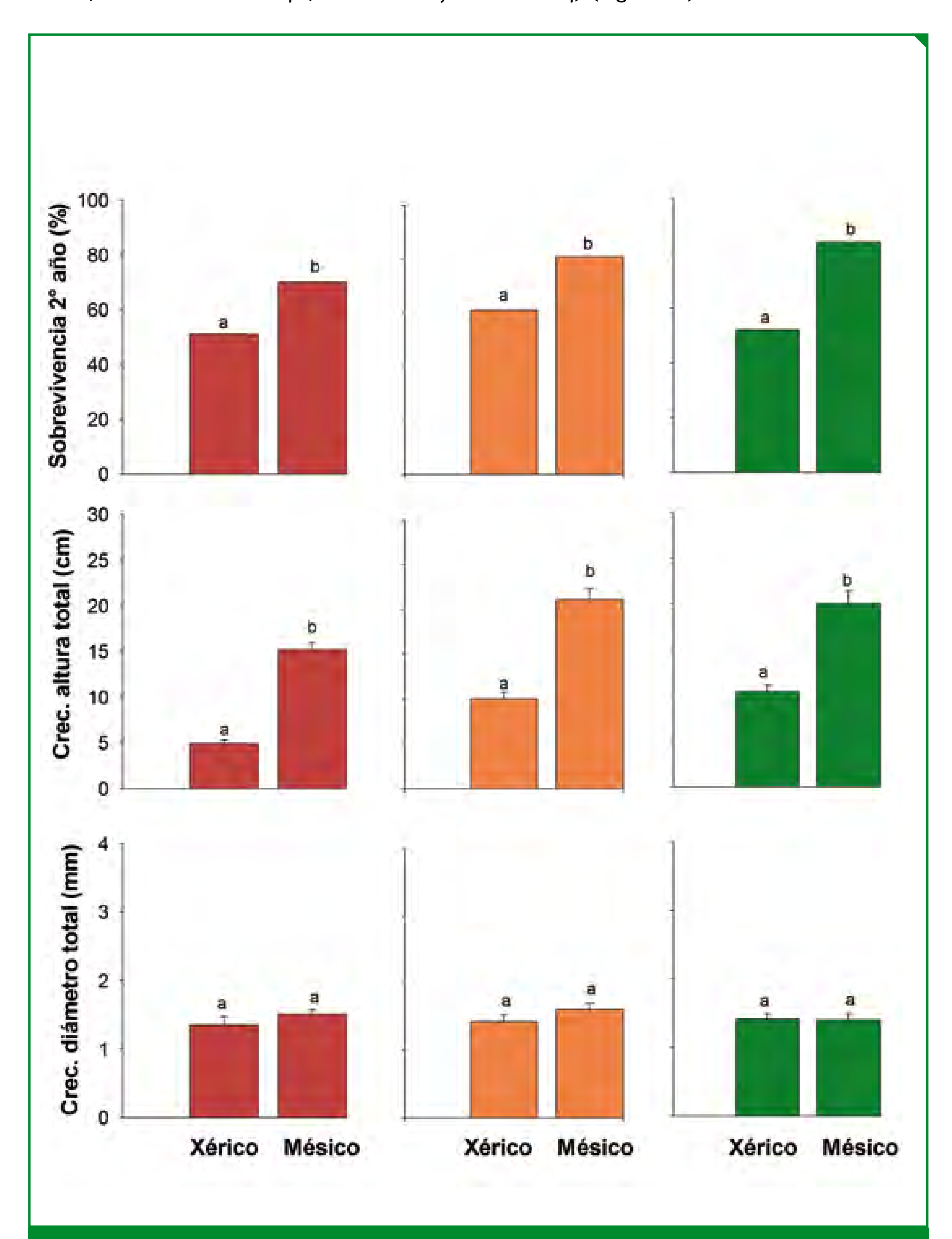


Figura 11. Supervivencia y crecimiento de tres tipos de plantines: 1 año [plug1+0] (barras rojas), 3 años [1+2] (barras naranjas) y 2 años [plug1+1] (barras verdes), luego de dos años de plantados en un sitio xérico y otro mésico. Letras diferentes indican diferencias significativas entre sitios (p<0,05).

Las Notofagáceas también presentan muy buena supervivencia. En bosques de lenga recientemente quemados de Chubut, y luego de dos años, se obtuvo 70 % en sitios mésicos y 80 % en bosquetes con caña colihue (*Chusquea culeou*). En Monte Zeballos y Río Turbio, Santa Cruz, también se registró más del 70 % de supervivencia. En Neuquén y Chubut, la supervivencia de roble pellín y raulí plantados bajo dosel de pino y en fajas de pino fue mayor a 90 %. Coihue también registra supervivencia superior a 85 % en sitios húmedos.

Danby (1991) menciona que tanto el roble pellín como el raulí, en vivero o en plantaciones jóvenes, pueden sufrir daños en sus ápices por ocurrencias de heladas tempranas, lo que al repetirse varios años origina plantas de mala forma. En algunos sitios aún con dosel de protección pero donde se producen los denominados bolsones de aire frío, la protección de la vegetación puede no ser suficiente por lo que no es recomendable el establecimiento de especies nativas como roble y raulí. Esto se observó en una plantación de raulí de 1,5 ha, establecida en un ñirantal bajo de unos 3 m donde la mortalidad fue total en tan solo una temporada. Las plantas, si bien alcanzaron a brotar en la primavera, fueron "quemadas" por una severa helada tardía, aun con protectores cilíndricos de PET. En plantaciones en macizo a cielo abierto se observó, más en roble pellín que en raulí, la mortalidad del brote principal del último año (Davel *et al.* 2002). En plantaciones de lenga también es común observar la mortalidad del ápice, si bien en la especie este evento tiene alta frecuencia en condiciones de regeneración natural (Stecconi 2006). Este es un aspecto a considerar dado que si bien los prendimientos son buenos y las plantas no se mueren, la forma de las plantas y la magnitud del crecimiento se ven muy afectados.

Además de los factores mencionados anteriormente, la variación climática interanual es sumamente importante tanto para la supervivencia como para el crecimiento inicial de las plantas. Los veranos cálidos y secos afectan no sólo en el primer año sino también hasta cinco años luego de la implantación (Urretavizcaya y Defossé 2013, Mondino 2014). Por esta razón es conveniente evaluar la supervivencia a partir del segundo año.

El crecimiento inicial de las especies nativas es menor al de las exóticas habitualmente utilizadas en plantaciones comerciales en la región. Con apenas unos pocos centímetros por año, la de más lento crecimiento es sin dudas el pehuén. En vivero 11 procedencias argentinas a los tres años alcanzaron una altura media de 14,4 cm (Izquierdo 2008).

El crecimiento de ciprés de la cordillera también puede ser de pocos centímetros los primeros años, pero varía con los sitios. En una plantación en la Reserva Forestal Loma del Medio, en El Bolsón, Río Negro, los primeros cuatro años los plantines crecieron en promedio 10 cm/año, mientas los individuos que más crecieron lo hicieron a 23 cm/año. Los siguientes 6 años crecieron a un ritmo promedio de 15 cm/año, mientras que los dominantes lo hicieron a 30 cm/año (Figura 12). Esta variación también fue comprobada en otras experiencias en zonas húmedas (G. Loguercio, *com. pers.*). En la Reserva Forestal de Usos múltiples Lago Epuyén de Chubut, se determinó un crecimiento medio anual de 15 cm/año, pero con un crecimiento máximo de 25cm/año. En Trevelin, Chubut, en un sitio húmedo, se han medido crecimientos anuales cercanos a los 30 cm, con alturas promedio de 218 cm a los 13 años, si bien los individuos dominantes alcanzaron los 331 cm (Figura 12), con crecimientos anuales cercanos a los 40 cm (A. Sergent y A. Martínez Meier, *com. pers.*). La heterogeneidad en el comportamiento

de las plantas de una misma plantación también es una característica de las especies nativas. Es muy común observar una alta variabilidad entre plantas que han sido sometidas a los mismos cuidados y las mismas condiciones de implantación. Muy probablemente esa variación en la altura o desarrollo general de las plantas, típicamente mayor a la observada en plantaciones de pino, se deba a que estas especies aún se hallan en proceso de domesticación. En estos casos, los acervos genéticos utilizados son muy amplios, carentes totalmente de selección, e incluyen por lo tanto genotipos de mejor y peor comportamiento, lo que evidencia la potencialidad de operar a través de programas de mejoramiento genético.

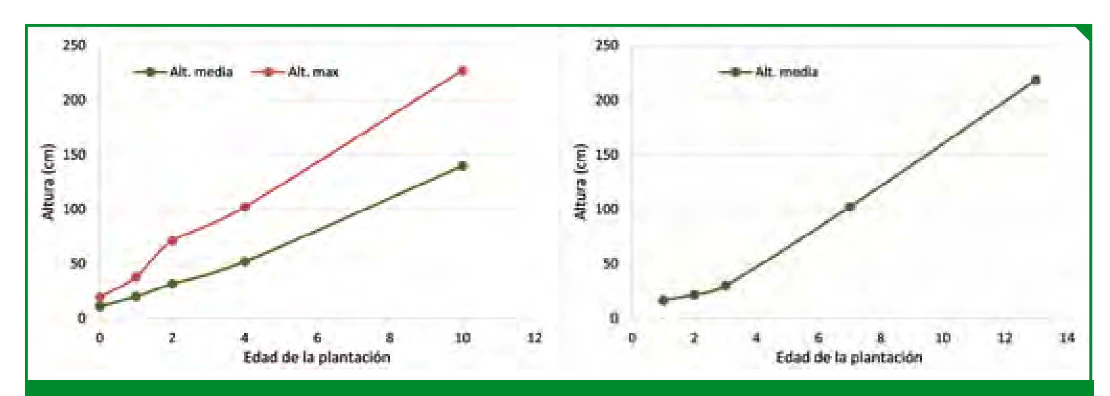


Figura 12. Curvas de crecimiento para ciprés de la cordillera en plantación a 10 y 13 años de su establecimiento en El Bolsón, Río Negro (izquierda; Urretavizcaya, *datos propios*) y en Trevelin, Chubut (derecha; Pastorino, Sergent, Martinez Meier, *datos propios*), respectivamente.

En las Notofagáceas el crecimiento inicial en general es mayor, y en particular en especies como raulí y roble pellín se vislumbra una potencialidad comparable a la de las especies exóticas de rápido crecimiento. En el paraje Cerro Radal, en la cercanías de Lago Puelo, NO de Chubut, en un ambiente mésico, de excelente calidad de sitio y con protección lateral de plantaciones de pino, se registraron en los primero 6 años de la plantación crecimientos medios anuales en altura de 1 m para ambas especies (Urretavizcaya 2011). En el Campo Experimental del INTA en Trevelin, Chubut, roble pellín a 9 años de la plantación presenta una altura media de 4,80 m mientras la altura dominante es de 8 m. En raulí a los 7 años la altura media es de 2,80 m y la dominante de 4 m (Mondino y Tejera 2006). En coihue, se observó un crecimiento medio en altura de 40 cm/año luego de 15 años de plantado, similar al observado en otras experiencias.

El crecimiento de lenga en un sector de bosque quemado cerca de Esquel (Chubut) es alrededor de 20 cm/año. Sin embargo, al igual que para todas las Notofagáceas, la protección de los plantines es fundamental para la supervivencia y también para el crecimiento, ya que en sitios con una elevada población de liebres la supervivencia puede ser alta pero el crecimiento significativamente afectado (Figura 13).

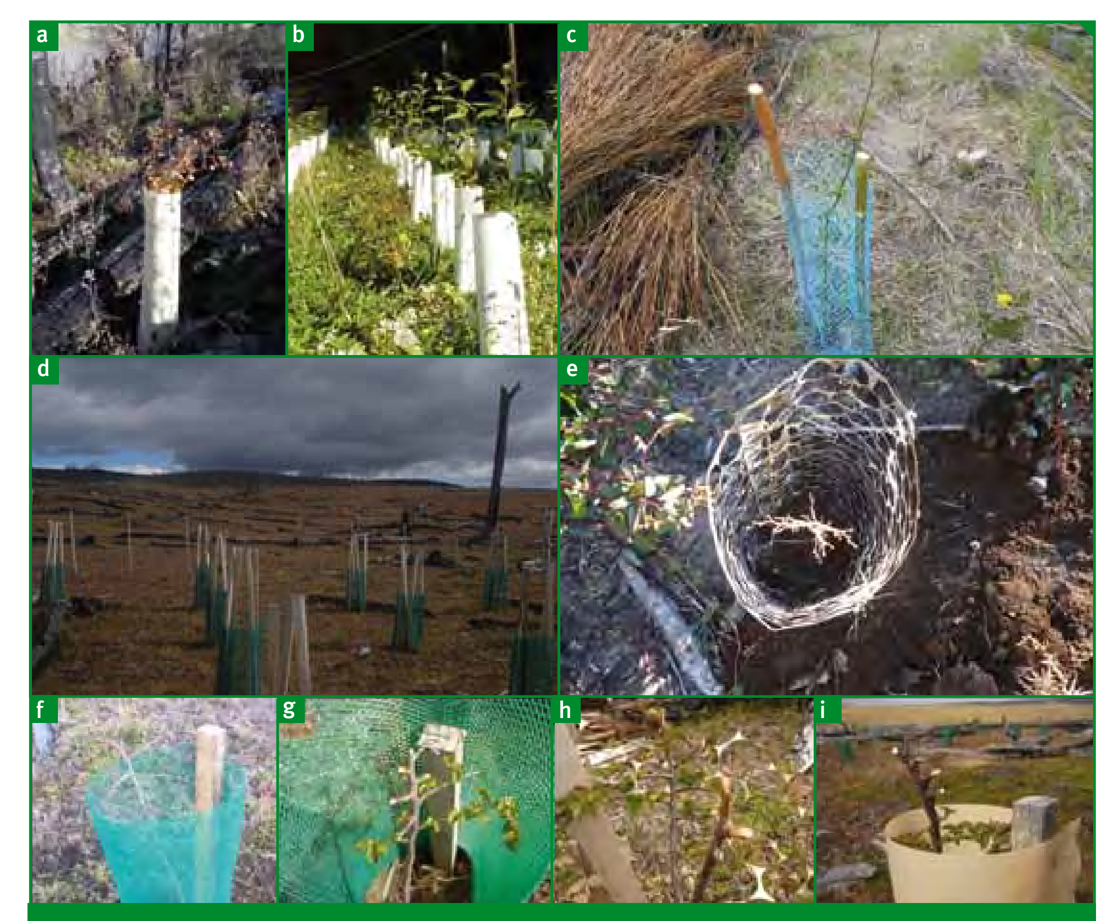


Figura 13. Imágenes de distintos dispositivos de protección individual utilizados en plantaciones de nativas (a,b,c,d,e), daños producidos por liebres en lenga, aun con protección individual (f,g,h,i).

CONSIDERACIONES FINALES

Las experiencias mencionadas de las últimas dos décadas con ciprés de la cordillera y las Notofagáceas como roble pellín, raulí, lenga, coihue y ñire, han demostrado que estas especies nativas se adecuan muy bien al cultivo industrial, tanto con propósitos de conservación como productivos. En primer lugar es notable el desarrollo de la tecnología de producción de plantas, que ha permitido lograr en la actualidad un aceptable nivel de certeza en este primer eslabón de la cadena productiva. En cuanto a la respuesta de las plantas en el campo, si bien los múltiples ensayos realizados han tenido resultados dispares propios del desarrollo de una nueva tecnología, todas las especies han expresado una potencialidad auspiciosa, con niveles de supervivencia muy altos y con crecimientos corrientes en los primeros años muy alentadores. Para seguir avanzando en este sentido es importante hacer un seguimiento sistemático y análisis conjunto de los ensayos ya establecidos por diversas instituciones de investigación, abordar una clasificación de sitios para estas especies y establecer una red de nuevos ensayos. Con la generación de este conocimiento se podrá ajustar la silvicultura de implantación de nuestras especies nativas, y producir un cambio en la escala actual de plantación.

ANEXO I

CRECIMIENTO EN ALTURA Y CURVAS DE CALIDAD DE SITIO PARA RAULÍ Y ROBLE PELLÍN EN LA PATAGONIA

Luis Chauchard y Hernán Attis Beltrán

Los bosques puros y mixtos de raulí y roble pellín tienen una larga historia de aprovechamientos forestales en el Parque Nacional Lanín. Actualmente se lleva un seguimiento de los Planes de Ordenación de más de 25 años, en forma ininterrumpida. Desde hace casi dos décadas se comenzaron estudios de diversidad genética de estas poblaciones y a la par se comenzó a promover las plantaciones de estas especies fuera de su área de distribución natural. Ello permitiría ofrecer productos maderables diferentes de las tradicionales plantaciones de pináceas, a la vez de promover procesos de conservación genética ex – situ de las distintas poblaciones.

El seguimiento del manejo forestal se ha complementado con varios proyectos de investigación e innovación, de entre los cuales han surgido el estudio de los patrones de crecimiento en altura de raulí y roble pellín con el fin de elaborar curvas de altura dominante que permitan clasificar los sitios y estimar la potencialidad productiva de las plantaciones (Attis Beltrán *et al.* 2015). Poder clasificar la calidad de sitio es fundamental para el diagramado de los regímenes silvícolas.

Se ha encontrado que los patrones de crecimiento de raulí y roble pellín resultan sensiblemente similares, ello ha facilitado desarrollar funciones comunes para ambas especies. Con las curvas de crecimiento de la altura dominante desarrolladas, se estableció el índice de sitio para poder establecer las calidades de sitio. La edad base o de referencia se definió a los 45 años a la altura del pecho, pues a partir de ella se presentan diferencias claras entre las alturas alcanzadas en los distintos sitios (Attis Beltrán *et al.* 2015). En términos medios, la edad de 45 años a la altura del pecho representaría unos 55 años de edad real, no encontrándose diferencias sensibles entre los distintos sitios.

Los modelos de altura dominante, con los que se calcula el IS de un rodal puro o mixto son:

$$IS = (H_0 - 1{,}3).\frac{(1-e^{-0{,}0198.45})^{1{,}58}}{(1-e^{-0{,}0198.T})^{1{,}58}} \qquad \textit{Rouli}$$

$$IS = (H_0 - 1{,}3).\frac{(1-e^{-0{,}0256.45})^{1{,}72}}{(1-e^{-0{,}0256.T})^{1{,}72}} \qquad \textit{Roble}$$

$$IS = (H_0 - 1{,}3).\frac{(1-e^{-0{,}0230.45})^{1{,}66}}{(1-e^{-0{,}0230.T})^{1{,}66}} \qquad \textit{Mixto}$$

Donde, **IS**: índice de sitio; $\mathbf{H_o}$: altura total (m) al tiempo T; **T**: EAP (años).
Para establecer la altura dominante de una plantación se sigue la rutina de emplear el valor de altura total promedio de los 100 más gruesos por hectárea. Con dicho valor, se establece el *IS* para la misma, para ello se puede emplear las funciones precedentes, o bien la tabla 1 u otro elaborada para tal fin. Los rangos de índice de sitio (IS_{45}), en los cuales se define cada clase de calidad de sitio, se han definido de la siguiente manera (Attis Beltrán *et al.* 2015):

- Clase de calidad de sitio I, superior, *IS*: > 19 metros.
- Clase de calidad de sitio II, buena, *IS*: 19 - 15 m.
- Clase de calidad de sitio III, regular, *IS*: 15 - 11 m.
- Clase de calidad de sitio IV, pobre, *IS*: < 11 m.

Tabla 1. Altura dominante (m) obtenida con los modelos para raulí, roble pellín y mixto en función de la edad a la altura del pecho y el índice de sitio central de cada clase de calidad de sitio, para una edad de referencia de 45 años al DAP.

	raulí - IS_{45}				roble pellín - IS_{45}				mixto - IS_{45}			
Edad al DAP (años)	**21**	**17**	**13**	**9**	**21**	**17**	**13**	**9**	**21**	**17**	**13**	**9**
5	1,1	0,9	0,7	0,5	1,0	0,8	0,6	0,4	1,1	0,9	0,7	0,5
10	3,2	2,6	2,0	1,4	3,1	2,5	1,9	1,3	3,1	2,5	1,9	1,3
15	5,6	4,6	3,5	2,4	5,6	4,6	3,5	2,4	5,6	4,6	3,5	2,4
20	8,2	6,7	5,1	3,5	8,4	6,8	5,2	3,6	8,3	6,7	5,1	3,6
25	10,9	8,8	6,8	4,7	11,1	9,0	6,9	4,8	11,0	8,9	6,8	4,7
30	13,6	11,0	8,4	5,8	13,8	11,2	8,5	5,9	13,7	11,1	8,5	5,9
35	16,2	13,1	10,0	6,9	16,4	13,2	10,1	7,0	16,3	13,2	10,1	7,0
40	18,6	15,1	11,5	8,0	18,8	15,2	11,6	8,0	18,7	15,1	11,6	8,0
45	21,0	17,0	13,0	9,0	21,0	17,0	13,0	9,0	21,0	17,0	13,0	9,0
50	23,2	18,8	14,4	10,0	23,0	18,7	14,3	9,9	23,1	18,7	14,3	9,9
55	25,3	20,5	15,7	10,8	24,9	20,2	15,4	10,7	25,1	20,3	15,5	10,8
60	27,3	22,1	16,9	11,7	26,6	21,5	16,5	11,4	26,9	21,8	16,7	11,5
65	29,1	23,5	18,0	12,5	28,1	22,8	17,4	12,1	28,6	23,1	17,7	12,2
70	30,7	24,9	19,0	13,2	29,5	23,9	18,3	12,7	30,1	24,3	18,6	12,9
75	32,3	26,1	20,0	13,8	30,8	24,9	19,0	13,2	31,4	25,4	19,5	13,5
80	33,7	27,3	20,9	14,4	31,9	25,8	19,7	13,7	32,7	26,4	20,2	14,0
85	35,0	28,4	21,7	15,0	32,8	26,6	20,3	14,1	33,8	27,4	20,9	14,5
90	36,2	29,3	22,4	15,5	33,7	27,3	20,9	14,4	34,8	28,2	21,5	14,9
95	37,3	30,2	23,1	16,0	34,5	27,9	21,4	14,8	35,7	28,9	22,1	15,3
100	38,3	31,0	23,7	16,4	35,2	28,5	21,8	15,1	36,5	29,6	22,6	15,7

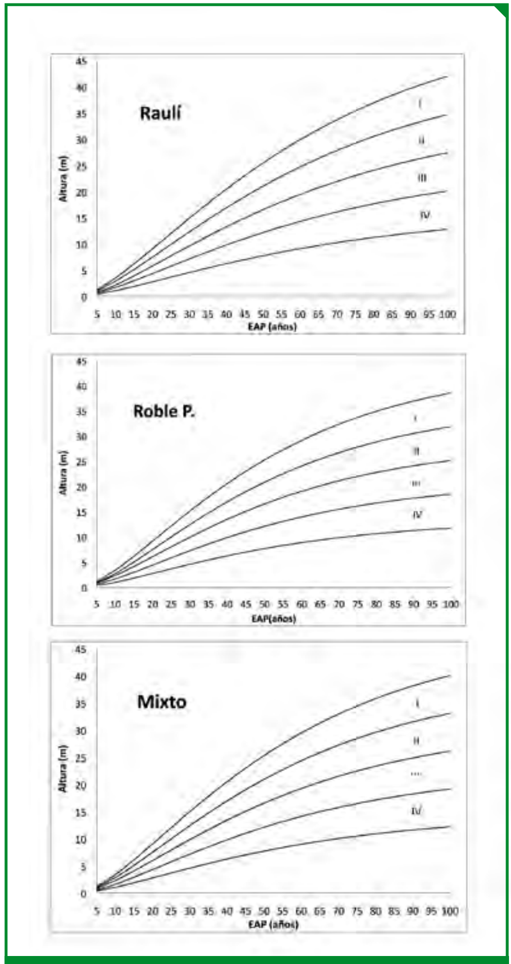


Figura 1. Curvas de alturas dominantes que indican las clases de calidad de sitio establecidas para raulí, roble pellín y para ambas especies juntas, en función de la edad a la altura del pecho (EAP).

BIBLIOGRAFÍA

Attis Beltrán H., L.M. Chauchard, y G. Martínez Pastur. 2015. Curvas preliminares de índice de sitio para bosques puros y mixtos de *Nothofagus alpina* y *Nothofagus obliqua* en la Patagonia Argentina. BOSQUE 36(2): 275-285.

Azpilicueta M., P. Marchelli, E. Thomas, M. Van Zonneveld, F. Umaña, y L. Gallo. 2015. Zonas genéticas como fuentes de semilla en *Nothofagus* nervosa y *Nothofagus obliqua*. *En Actas*: IV Congreso Iberoamericano y del Caribe de Restauración Ecológica *Editado por* SIACRE, Buenos Aires.

Barbero F. A., Y. Sabatier, L. A. Gallo, D. Bran, y M. J. Pastorino. 2011. Áreas potenciales de cultivo de Raulí y Roble Pellín en la Provincia de Río Negro. INTA, Buenos Aires.

Bava J. O.y P. M. López Bernal. 2005. Cortas de selección en grupo en bosques de lenga. IDIA XXI 5: 39-42.

Biaus C., L. Taladriz, M. F. Urretavizcaya, F. Todone, P. Dowbley, y M. Escudero. 2008. Plantaciones de roble pellín y raulí en tala rasa en fajas en pino. *En Actas*: Segunda reunión sobre *Nothofagus* en patagonia-Eco*Nothofagus* 2008. *Editado por* CIEFAP-CFI-UNSJB-UNC-UACH, Esquel.

Bischoff A., T. Steinger, y H. Müller-Schärer. 2010. The importance of plant provenance and genotypic diversity of seed material used for ecological restoration. Restoration Ecology 18 (3): 338-348.

Borrelli L. 2013. ¿Qué comen las vacas y las ovejas en el bosque? Revista Presencia (INTA) 63: 23-31.

Bran D., A. Pérez, L. Ghermandi, y S. Barrios-Lamuniere. 2001. Evaluación de poblaciones de coihue (*Nothofagus dombeyi*) del Parque Nacional Nahuel Huapi, afectadas por la sequía 98/99, a escala de paisaje (1:250.000).

Burdett A. N. 1990. Physiological processes in plantation establishment and the development of specifications for forest planting stock. Canadian Journal of Forest Research 20: 415-427.

Contardi L.y H. Gonda. 2012. La producción de plantines forestales en el Mundo y en la Patagonia Andina. En: Producción de plantas en viveros forestales. Pag. 13-24. Editores, L. Contardi, H. Gonda, G. Tolone, y J. Salimbenies. CFI, CIEFAP, UNPSJB, Buenos Aires.

Dalla Salda G.y T. Schlichter. 2005. Plantaciones de ciprés de la cordillera bajo protección de pino ponderosa. Idia XXI. Revista de Información sobre Investigación y Desarrollo Agropecuario. 5 (8): 74-79.

Danby N. 1991. *Nothofagus* in Wales. Quarterly Journal of Forestry 85 (2): 103-116.

Davel, M., M. F. Urretavizcaya, L. Contardi, y G. De María. 2004. Establecimiento y plantación de especies nativas de madera de calidad en el noroeste de la provincia del Chubut. En: Investigación forestal al servicio de la Producción II. Resultados aplicables al cultivo de bosques y la producción de madera en Argentina. Pag. 25-30. Editores, P. F. d. Desarrollo. Secretaría de Agricultura, Ganadería, Pesca y Alimentos, Buenos Aires.

Davel M., M. Urretavizcaya, L. Lugano, L. Contardi, G. De María, y V. Mondino. 2002. Establecimiento y evaluación de plantaciones de especies nativas de madera de calidad en el noroeste de la provincia del Chubut., CIEFAP-INTA, Proyecto PIA 5/98-PI 407 FI, Esquel. p.

DB y DPF 2013. Nuevo escenario para la promoción forestal y el manejo de los Bosques Nativos. Cartilla para Titulares de Tierras con Bosques Nativos y para Profesionales Responsables de Planes. Dirección de Bosques (SAyDS) y Dirección de Producción Forestal (MAGyP). Buenos Aires. 17 p.

De Fina A. L. 1972. El Clima de la región de los Bosques Andino-Patagónicos Argentinos. *En*: La Región de los Bosques Andino-Patagónicos, Sinopsis general. Pag. 35-58. Editor, M. J. Dimitri. Colección Científica del INTA, Buenos Aires.

Donoso P. J., A. A. Muñoz, O. Thiers, D. P. Soto, y C. Donoso. 2011. Effects of aspect and type of competition on the early performance of *Nothofagus dombeyi* and *Nothofagus* nervosa in a mixed plantation. Canadian Journal of Forest Research 41 (5): 1075-1081.

Fajardo A.y E. J. B. McIntire. 2010. Under strong niche overlap conspecifics do not compete but help each other to survive: facilitation at the intraspecific level. Journal of Ecology 99 (2): 642-650.

Fenster C. B.y L. F. Galloway. 2000. Inbreeding and outbreeding depression in natural populations of *Chamaecrista fasciculata* (Fabaceae). Conservation Biology 14 (5): 1406-1412.

Fuenzalida H., M. Falvey, M. Rojas, P. Aceituno, y R. Garreaud. 2006. Estudio de la variabilidad climática en Chile para el siglo XXI. Informe para CONAMA.

Fundación Torcuato Di Tella. 2006. Comunicación nacional de cambio climático: vulnerabilidad de la Patagonia y sur de las provincias de Buenos Aires y La Pampa. Instituto Torcuato Di Tella, Buenos Aires.

Généré B.y D. Garriou. 1999. Stock quality and field performance of Douglas fir seedlings under varying degrees of water stress. Annals of Forest Science 56 (6): 501-510.

Hasse D. L. 2007. Morphological and Physiological Evaluations of Seedling Quality. P. *En Actas*: National proceedings: Forest and Conservation Nursery Associations 2006. *Editado por* U.S. Department of Agriculture, Forest Service, Rocky Mountain Research Station, Fort Collins, CO.

ISTA. 2003. International rules for seed testing. International Seed Testing Association Basserdorf, Suiza. 184 p.

Izquierdo F. 2008. Análisis de la diversidad y la diferenciación genética del Pehuén (*Araucaria araucana*). Tesis de Maestría. Universidad Nacional de Buenos Aires, Buenos Aires. 75 p.

Landis T. D.y R. K. Dumroese. 2006. Applying the Target Plant Concept to nursery stock quality. P. 1-10. *En Actas*: Plant Quality: A Key to Success in Forest Establishment. *Editado por* COFORD Conference, National Council for Forest Research and Development, Dublin, Ireland.

Lesica P.y F. W. Allendorf. 1999. Ecological genetics and the restoration of plant communities: mix or match? Restoration Ecology 7 (1): 42-50.
Loguercio, G. 1997. Consideraciones para la recuperación de cipresales degradados mediante plantación. Patagonia Forestal 4: 10-11.
López Bernal P. M.y J. O. Bava. 2011. Aportes al manejo de los bosques de lenga mediante Cortas de Selección en Grupos. Patagonia Forestal 17: 13-16.
López Bernal P. M., J. O. Bava, y S. Antequera. 2003. Regeneración en un bosque de lenga (*Nothofagus pumilio* (Poepp et Endl.) Krasser) sometido a un manejo de selección en grupos. Bosque (Valdivia) 24 (2): 13-21.
López Bernal P. M., J. S. Arre, T. M. Schlichter, y J. O. Bava. 2010. The effect of incorporating the height of bordering trees on gap size estimations: the case of Argentinean *Nothofagus pumilio* forest. New Zealand Journal of Forestry Science 40: 71-81.
Lloyd C. 2011. Herramientas para el manejo de la oferta forrajera en áreas de bosque. P. *En Actas*: 1° Taller sobre Herbivoría en el Bosque. *Editado por* CIEFAP, Esquel.
McKay J. K., C. E. Christian, S. Harrison, y K. J. Rice. 2005. "How Local Is Local?" A Review of Practical and Conceptual Issues in the Genetics of Restoration. Restoration Ecology 13 (3): 432-440.
Mexal J. G. 2012. Calidad de plantines: atributos morfológicos. En: Producción de plantas en viveros forestales. Pag. 41-51. Editores, L. Contardi, H. Gonda, G. Tolone, y J. Salimbeni. CFI, CIEFAP, UNPSJB, Buenos Aires.
Mondino V. 2014. Variación geográfica y genética en caracteres adaptativos iniciales de *Nothofagus pumilio* (Poepp. et Endl.) Krasser en una zona de alta heterogeneidad ambiental. UBA, Buenos Aires. 185 p.
Mondino V.y L. Tejera. 2006. Plantaciones de roble pellín y raulí. Carpeta de información técnica, Forestal (11).
Mondino V. A., L. E. Tejera, M. Pastorino, y L. Gallo. 2010. Establecimiento de *Nothofagus pumilio*: efecto de plantas nodrizas y procedencias. P. 67. *En Actas*: Jornadas Forestales de Patagonia Sur: El Bosque como bien social, fuente de trabajo y bienestar. *Editado por* CADIC, Ushuaia, Tierra del Fuego.
Oudkerk L., M. Pastorino, y L. Gallo. 2003. Siete años de experiencia en la restauración postincendio de un bosque de Ciprés de la Cordillera. Patagonia Forestal 9 (2): 4-7.
Pafundi L. 2009. Restauración ecológica de bosques de *Austrocedrus chilensis*: respuesta de individuos plantados ante la remoción de arbustos asociados. Tesis de Grado. Universidad Nacional de la Patagonia, Puerto Madryn.
Pafundi L., M. F. Urretavizcaya, y G. E. Defossé. 2014a. Improving Survival and Growth of Planted *Austrocedrus chilensis* Seedlings in Disturbed Patagonian Forests of Argentina by Managing Understory Vegetation. Environmental Management 54 (6): 1412-1420.
Pafundi L., M. F. Urretavizcaya, M. F. Oyharçabal, y G. E. Defossé. 2011. Selección del sistema silvícola en plantaciones de coníferas exóticas para la restauración ecológica de bosques templados mixtos de Austrocedrus y *Nothofagus* en Patagonia Argentina. P. 301. *En Actas*: SER 2011. World Conference on Ecological Restoration. *Editado por* SER, Mérida, México.
Pafundi L., M. F. Urretavizcaya, C. Oses, y G. Defossé. 2014b. Efecto del manejo silvicultural en una plantación de *Pinus* sobre la supervivencia y crecimiento de plantines de *Austrocedrus chilensis* y *Nothofagus dombeyi*. *En Actas*: XXVI Reunión Argentina de Ecología. *Editado por* ASAE, Comodoro Rivadavia.
Pastorino M., L. Gallo, y L. Oudkerk. 2001. Aspectos genéticos a tener en cuenta en la cosecha comercial del "Ciprés de la Cordillera". Patagonia forestal-CIEFAP 7 (4): 3-5.
Pastorino, M., A. Aparicio, y M. M. Azpilicueta. 2015. Regiones de Procedencia del Ciprés de la Cordillera y bases conceptuales para el manejo de sus recursos genéticos en Argentina. Ediciones INTA, Buenos Aires. 107 p.
Perdomo M., E. Andenmatten, G. Basil, y F. J. Letourneau. 2009. La Gestión de la Reserva Forestal Loma del Medio Río Azul (INTA - SFA). Revista Presencia (INTA) 54: 23-27.
Poole A. 1950. Studies of the New Zealand *Nothofagus* Species 2. Nut and cupule development. Transactions of the Royal Society of New Zealand 78: 502-508.
Quinteros C. P. 2014. Grandes herbívoros en bosques de lenga (*Nothofagus pumilio*): uso espacio-temporal de los recursos y sus efectos sobre la regeneración y el sotobosque. Tesis de Doctorado. Universidad Nacional del Comahue, Bariloche. 172 p.
Quiroz, I., E. García R., M. González O., P. Chung Guin-Po, y H. Soto G. 2009. Vivero Forestal: Producción de plantas nativas a raíz cubierta. Instituto Forestal (INFOR) Concepción. 128 p.
Rothkugel M. 1916. Los Bosques Patagónicos. Ministerio de Agricultura. Oficina de Bosques y Yerbales, Buenos Aires. 207 p.
Roveta R.y C. Lloyd. 2015. Severidad del daño causado por el fuego en los incendios de "La horqueta", "El Turbio" y "Desemboque". Subsecretaría de Boques de Chubut, INTA, CIEFAP, Secretaría de Agricultura Familiar, CORFO, Esquel. 30 p.
Rusch V. 2011. Bosques degradados. Aportes para su definición INTA, Bariloche. 10 p.
Schinelli Casares T. 2013. Producción de *Nothofagus* bajo condiciones controladas. Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria, Bariloche. 56 p.
SER. 2004. Principios de SER International sobre la restauración ecológica. 15 p.
Soler, R., G. Martínez Pastur, M. V. Lencinas, y L. Borrelli. 2012. Differential forage use between large native and

domestic herbivores in Southern Patagonian *Nothofagus* forests. Agroforestry Systems 85 (3): 397-409.

Soliani C., V. Mondino, L. Gallo, y P. Marchelli. 2015. Zonas genéticas de *Nothofagus pumilio* y *N. antarctica*, en el Norte y Centro de Patagonia argentina. *En Actas*: IV Congreso Iberoamericano y del Caribe de Restauración Ecológica. *Editado por* SIACRE, Buenos Aires.

SRNyDS. 2005. Primer inventario nacional de bosques nativos: informe regional bosque andino patagónico. Secretaría de Recursos Naturales y Desarrollo Sustentable de la Nación, Buenos Aires. 104 p.

Stecconi M. 2006. Variabilidad arquitectural de especies nativas de *Nothofagus* de la Patagonia (N. antartica, N. pumilio, *N. dombeyi*). Tesis de Doctorado. Universidad Nacional del Comahue, Bariloche. 166 p.

Tejera, L. 2011. Ficha técnica parcela: roble pellín, raulí y oregón en fajas de insigne. P. 4. *En Actas*: Jornada de campo: Plantación de especies nativas de Patagonia. *Editado por* INTA, CIEFAP, DPF (MAGyP), Trevelin, Esquel, El Bolsón.

Urretavizcaya M. F. 2006. Restauración postfuego de bosques de ciprés de la cordillera: comportamiento de distinos plantines a 4 y 5 años de su plantación. P. 179-183. *En Actas*: Ecofuego. Segunda Reunión Patagónica y Tercera Nacional sobre Ecología y Manejo del Fuego. *Editado por* CIEFAP, Esquel.

Urretavizcaya M. F. 2011. Ficha Técnica Parcela: Plantación de roble pellín, raulí y ciprés de la cordillera en Cerro Radal. P. 12-13. *En Actas*: Jornada a campo: Plantación de especies nativas de Patagonia. *Editado por* INTA, CIEFAP, DPF (MAGyP), Trevelin, Esquel, El Bolsón.

Urretavizcay M. F.y G. Defossé. 2013. Effects of nurse shrubs and tree shelters on the survival and growth of two *Austrocedrus chilensis* seedling types in a forest restoration trial in semiarid Patagonia, Argentina. Annals of Forest Science 70 (1): 21-30.

Urretavizcaya M. F., G. Defossé, y H. E. Gonda. 2006. Short-term effects of fire on plant cover and soil conditions in two *Austrocedrus chilensis* (cypress) forests in Patagonia, Argentina. Annals of Forest Science 63: 63-71.

Urretavizcaya M. F., M. F. Oyharçabal, y J. Monges. 2014. Restauración ecológica de bosques quemados de *Austrocedrus chilensis* mediante plantación: tratamientos de vegetación postfuego en bosques con y sin aprovechamiento maderero. *En Actas*: XXVI Reunión Argentina de Ecología: Ecología y desarrollo: un desafío hacia la sustentabilidad. *Editado por* ASAE-UNPSJB, Comodoro Rivadavia.

Urretavizcaya M. F., L. T. Contardi, M. F. Oyharçabal, y A. Christianse. 2013. Evaluación morfo-fisiológica de plantines de *Nothofagus pumilio* utilizados en la restauración ecológica de bosques quemados. P. 18. *En Actas*: II Jornadas Forestales de Patagonia Sur. *Editado por* INTA, Calafate, Argentina.

Urretavizcaya M. F., L. Contardi, M. F. Oyharçabal, y M. Pasquini. aceptado. Calidad de semillas de especies nativas del bosque andino patagónico de la provincia de Chubut y su importancia para la producción de plantines. Revista de la Facultad de Agronomía de la Univerisdad Nacional de la Plata.

Urretavizcaya M. F., L. Monelos, M. F. Oyharçabal, H. Arriola, P. L. Peri, y G. E. Defossé. 2012. Post-Fire Ecological Restoration in Southern Temperate Forests of *Nothofagus pumilio* in Patagonia, Argentina. *En Actas*: 5th International Fire Ecology & Management Congress. *Editado por* Association of Fire Ecology, Portland, OR, USA.

Veblen T. T., C. Donoso, T. Kitzberger, y A. J. Rebertus. 1996. Ecology of southern Chilean and southern Argentinean *Nothofagus* forests. En: The ecology and biogeography of *Nothofagus* forests. Pag. 293-353. Editores, T. Veblen, R. S. Hill, y J. Read. Yale University Press New Haven and London.

Veblen T. T., T. Kitzberger, R. Villalba, y J. Donnegan. 1999. Fire history in northern Patagonia: the roles of humans and climatic variation. Ecological Monographs 69 (1): 47-67.

PROTECCIÓN

EL MANEJO Y LA PREVENCIÓN DE LOS INCENDIOS FORESTALES

AUTORES: G. E. Defossé, M. M. Godoy, D. A. Guglielmin

Revisores: Sara Castañeda y Alejandro Dezzotti

13

MANEJO
PREVENCIÓN
INCENDIOS
FORESTALES

Cómo se cita este capítulo:

G.E. Defossé, M.M. Godoy, D.A. Guglielmin. 2015. El manejo y la prevención de incendios forestales. Manual de Buenas Prácticas para el manejo de plantaciones forestales en el noroeste de la Patagonia. Editores: L. Chauchard, M.C. Frugoni, C. Nowak. Editorial Buenos Aires Cap. 13. p: 371-387



INTRODUCCIÓN

En este capítulo se dan a conocer algunos aspectos sobre la ecología del fuego de las especies de coníferas que componen la mayoría de las plantaciones en el Oeste de la Patagonia (pino ponderosa, pino oregón, pino murrayana y pino radiata). En sus lugares de origen, todas ellas evolucionaron en ambientes del tipo mediterráneo, teniendo al fuego como un disturbio natural que modeló la estructura y el funcionamiento de sus rodales. Por ese motivo, es importante conocer el papel que debe tener el fuego en las plantaciones de coníferas que se desarrollan en la Patagonia, ya que prosperan en ambientes con características climáticas similares a sus lugares de origen. Por un lado es imprescindible que en el desarrollo de los tratamientos silviculturales de podas y raleos, se tenga en cuenta el destino de los residuos que éstos generan, y se los trate adecuadamente mediante el triturado, quemas prescriptas, u otro sistema, para reducir el riesgo de incendios no deseados. Por otro lado, es importante trabajar con los técnicos del Servicio Nacional de Manejo del Fuego, de los entes provinciales encargados del manejo del fuego, y de los consorcios privados, en tareas de prevención, pre-supresión y supresión de eventos de fuego. En este capítulo se describe asimismo la organización y el equipamiento necesario para el combate del fuego y sus aspectos atinentes, que un productor forestal debería tener en cuenta.

USO DEL FUEGO

El fuego es un fenómeno natural que ha modelado la estructura y dinámica de la vegetación en casi todos los ecosistemas del mundo (Komarek 1964, 1968). El hombre, por su parte, conoció el fuego hace unos 500 mil años, aunque aprendió a utilizarlo como herramienta de manejo (caza, defensa, cocción de alimentos), hace sólo unos 20 mil (Defossé y Urretavizcaya 2003). En la Patagonia, existen evidencias de uso tradicional del fuego para crear y renovar tierras para la agricultura y con propósito de caza. Rothkugel (1916) menciona que en el siglo XVII los Jesuitas y pueblos originarios utilizaban el fuego para crear pasturas para el ganado, y que muy probablemente el origen de algunos rodales de coihue (*Nothofagus dombeyi*) en esos sitios sea posterior a esas quemas. Por su parte Tortorelli (1947), alude que los aborígenes de esta región domesticaban caballos y cazaban ñandúes y guanacos con la ayuda del fuego.

Actualmente, los productores de la región andino-patagónica utilizan el fuego para quemar desechos de la vegetación provenientes del bosque o de tierras agrícolas. Esta forma de uso del fuego es lo que hoy en día se conoce como *quema controlada*, y requiere para su ejecución de un permiso por parte de las autoridades forestales de cada provincia. En algunas partes del mundo, el fuego está siendo utilizado como una herramienta altamente tecnificada para reducir combustibles y prevenir riesgos de grandes incendios, a través de lo que se denomina quema prescripta (ver más abajo).

ECOLOGÍA Y MANEJO DEL FUEGO EN LAS FORESTACIONES DE CONÍFERAS EN PATAGONIA

La actividad forestal en el ecotono bosque-estepa de la Patagonia es relativamente nueva comparada con la cría de ganado ovino o vacuno, o con la producción maderera proveniente del bosque nativo. La forestación fue iniciada particularmente por productores con escaso conocimiento de las tareas propias de la implantación y del manejo de la misma. En un principio y en los años 70 del siglo pasado, las forestaciones en la Patagonia se realizaban mediante el reemplazo del bosque nativo, en macizos altamente densos. Esto respondía a las políticas de la época, ya que los subsidios a la forestación sólo se otorgaban a quienes realizaran plantaciones densas en cualquier zona del país con el principal objetivo de producir pasta de celulosa (PEN 1977).Este comienzo, al principio alentador por las buenas tasas de crecimiento logradas en la Patagonia, no fue bien visto por la sociedad patagónica en general, ya que se reemplazaba al bosque nativo y se eliminaban también los servicios ecosistémicos que éste proveía (Sarasola *et al.* 2006). Por ese motivo, en la Patagonia se dejó de plantar pino en áreas ocupadas previamente por bosques nativos.

Sin embargo, en los años 90 del siglo pasado, diversos trabajos científicos demostraron el potencial del ecotono bosque-estepa para llevar a cabo forestaciones exitosas con coníferas exóticas (Colmet-Daage *et al.* 1995), cuyas tasas de crecimiento superaban a las de las especies forestales nativas (Gonda 1998). Fue así que en algunos años se recomenzó con esta actividad, focalizándola en la alta disponibilidad de grandes superficies de tierra de bajo costo en la zona esteparia adyacente al bosque nativo. Esta estepa, degradada por sobrepastoreo ovino, se desarrolla sobre un subsuelo rico en cenizas volcánicas y donde las raíces de las plantas nativas no llegan (Colmet-Daage *et al.* 1995). Este hecho ha permitido a las diferentes especies de coníferas plantadas desde entonces alcanzar productividades y crecimientos mayores que en los sitios de su distribución natural en el Oeste de Norte América (Urzúa 1991, Gonda y Lomagno 1995, Gonda 1998).

Como en toda actividad innovadora, los productores y los técnicos forestales que acompañaron los inicios de esta actividad, tuvieron que formarse e ir ganando experiencias y conocimientos en el funcionamiento de estos nuevos ecosistemas. Para ello, debieron adaptar, modificar y aplicar técnicas silviculturales tendientes a obtener rodales sanos, de la mejor calidad al turno de corta y que no sufran el flagelo de los incendios. Sin embargo, la experiencia y el conocimiento no siempre pudieron ser aplicados y adaptados rápidamente a los casos reales de manejo forestal. En un principio, si bien desde el conocimiento teórico se proponían planes silviculturales coherentes y sólidos para el manejo de las forestaciones, las tareas de poda y raleo implicaban erogaciones muy altas que los productores no podían afrontar y que impedían su implementación a medida que las forestaciones crecían. Con el tiempo, esto dio como resultado forestaciones mal manejadas y con alto riesgo de incendio. En la actualidad, los subsidios permiten que los productores poden y raleen cada vez más, con el objeto de incrementar la calidad de los rodales.

Sin embargo, un problema irresuelto aún lo constituye la falta de un manejo económico y ecológico aceptable de los residuos que estas podas y raleos producen. Además de estos desechos, las forestaciones con coníferas acumulan acículas en el suelo, que, en

conjunto con las hierbas y arbustos existentes en el sotobosque, incrementan el riesgo de incendios con consecuencias catastróficas. Actualmente, debido al inadecuado manejo, entre el 2 y 3 % de las alrededor de 97 mil ha de plantaciones de la Patagonia se queman anualmente por incendios naturales o intencionales. Este porcentaje podría aumentar a medida que las forestaciones sigan desarrollándose y si no se hacen los tratamientos pertinentes. El riesgo aumenta también debido a los efectos del calentamiento global (Defossé *et al.* 2011).

Desde la perspectiva del manejo del fuego, debería tenerse en cuenta que el 80 % de la superficie ocupada por forestaciones en la Patagonia está compuesta por pino ponderosa (*Pinus ponderosa*), y el resto por pino oregón (*Pseudotsuga menziesii*), pino murrayana (*Pinus contorta* var. *Latifolia*) y pino radiata (*Pinus radiata*), y que todas estas especies tienen al fuego como un componente natural en su autoecología (Wright y Bailey 1982, Agee 1993, Fitzgerald 2005, Naficy *et al.* 2010, Fulé *et al.* 2012). La frecuencia natural de fuegos en los bosques naativos de pino ponderosa varía entre 2 y 47 años. En estos rodales, los fuegos naturales fundamentalmente causados por rayos, son en general de superficie y el suelo mineral queda expuesto, favoreciendo la germinación y la mortalidad de los individuos jóvenes más débiles de pino ponderosa, y también eliminando individuos de otras especies competidoras durante los estadíos primarios de la sucesión post-fuego (Wright y Bailey 1982).

En los bosques naturales dominados por pino oregón, el fuego puede ser de superficie o de copa, sirviendo para ralear individuos jóvenes en el primer caso, o quemando los árboles adultos por completo (coronamiento) y auto-reemplazándose totalmente los rodales en el segundo caso (Wright y Bailey 1982, Herman y Lavender 1999). El pino contorta en su distribución natural tiene la característica de crecer en climas fríos y donde los fuegos pueden ser frecuentes en, lugares inadecuados para el desarrollo de otras especies. Los conos son serotinos, es decir que se abren cuando entran en contacto con temperaturas iguales o mayores a 60 °C, y las semillas son muy resistentes al calor y pueden permanecer en el árbol hasta 25 años. Como consecuencia de esto, cuando hay un incendio, los conos reciben el calor suficiente y se abren, liberando las semillas para que germinen en el suelo mineral (Lotan 1975, Wright y Bailey 1982). De esta manera, los rodales de pino contorta se perpetúan en el sistema. En los bosques nativos de pino radiata, la regeneración y la presencia de rodales coetáneos son atribuidas principalmente a la influencia del fuego y su ausencia provocaría el reemplazo del pino radiata por otras especies arbóreas (McDonald y Laacke 1990). El fuego es fundamental para la perpetuación de los bosques naturales conformados por estas cuatro coníferas.

Para que los rodales permanezcan sanos y productivos hasta la corta final, no solo es necesario aplicar los tratamientos clásicos de poda y raleo, sino también tratar adecuadamente los residuos que estos producen. Las quemas prescriptas pueden ayudar a disminuir estos residuos, facilitando la productividad y atenuando al mismo tiempo el riesgo de incendios no deseados de los rodales (Weaver 1957, Peterson *et al.* 1994, Thies *et al.* 2005, Pritchard *et al.* 2010, Defossé *et al.* 2015). Teniendo en cuenta esta realidad, en la Patagonia se están realizando trabajos científicos para obtener información sobre la acumulación de biomasa en el sotobosque, los efectos de las podas y raleos y las alternativas para reducir los residuos que eviten los incendios y garanticen rodales sanos y productivos al turno de corta.

Rodríguez (1997) estudió una forestación de 654 ha (80 % pino ponderosa, 12 % pino oregón y 8 % pino murrayana)localizada en la estancia San Ramón en las cercanías de San Carlos de Bariloche. El objetivo del estudio fue proponer prácticas de manejo para reducir el riesgo de fuego que pudieran ser implementadas en otras forestaciones, utilizando básicamente el modelo de comportamiento de incendios "Fire Behave" (Burgany Rothermel 1984, Andrews y Chase 1989). Este estudio concluyó que la edad y el tamaño de los árboles, como así también los residuos dejados sobre el suelo, principalmente productos de las podas (combustibles finos y medianos de hasta 7 cm de diámetro), provocaban la mortalidad del pino ponderosa luego de incendios accidentales. Aunque la remoción de todos los combustibles dejados en el sotobosque podía reducir el riesgo de la alta intensidad del fuego y la mortalidad de los árboles, es una práctica muy costosa, y podría alterar el ciclo de nutrientes y disminuir el crecimiento de los árboles. Por esos motivos, no se realizó tratamiento alguno, dejando los residuos debajo el dosel de esos rodales. Entre enero y febrero de1999, las condiciones meteorológicas extremas combinadas con la gran cantidad de combustible presente debajo del dosel, provocaron un incendio de comportamiento extremo cuyo coronamiento del fuego destruyó el 94% de las plantas (Dentoni *et al.* 1999). Esta plantación no tenía ningún tratamiento de raleo desde su establecimiento. El 67% eran rodales de entre 10 y 25 años, que habían sido podados y por lo apuntado precedentemente, sus residuos dejados en el lugar. El resto de los rodales no habían sido podados y tenían entre 30 y 35 años (5%) o menos de 5 años (28%).

Este evento influenció fuertemente no solo a productores forestales, investigadores y técnicos, sino también a organismos de investigación y administración forestal, tanto de nivel nacional como provincial. Mientras que algunos abogaban por discontinuar la actividad, otros sugirieron incrementar la investigación sobre el tratamiento de los residuos de poda y raleo como la única forma de reducir el peligro de incendios y tener forestaciones productivas. Se propuso entonces que estos estudios debían retomarse y expandir los trabajos realizados por Rodríguez (1997), Kunst y Rodríguez (1997) y Kunst *et al.* (2003) sobre quemas prescriptas en la Patagonia y basarse también en la investigación realizada en Norteamérica y otras partes del mundo. Con el objetivo de proponer acciones para resolver el problema de los residuos y los incendios forestales en la Patagonia, Kunst y Rodríguez (1997) concluyeron que los daños a los fustes causados por las quemas prescriptas podían ser muy pequeños y solamente en la base del tronco de algunos individuos localizados junto a combustibles finos acumulados durante podas anteriores, sin afectar la calidad o crecimiento de los árboles.

En 2007, especialistas en incendios forestales del CIEFAP e INTA Santiago del Estero se integraron al proyecto europeo *Fire Paradox*, cuyo objetivo fue la creación de bases científicas y tecnológicas para nuevas prácticas y políticas de manejo integrado de fuegos naturales, particularmente basadas en quemas prescriptas y otras acciones tendientes a mitigar su impacto potencial. En 2008, en el marco de este proyecto se realizaron cursos sobre quemas prescriptas en Esquel y San Martín de los Andes, y se implementaron acciones que redujeron la carga de combustible bajo dosel entre un 15 y 30% en Trevelin (Chubut), y entre 40 y 60% en la estancia San Jorge de Meliquina (Neuquén) (Figura1).



Figura 1.Rodal de pino ponderosa en la estancia San Jorge en el valle de Meliquina, antes (a) y después (b) de una quema prescripta

Posteriormente, Godoy *et al.* (2013) analizaron los efectos de un incendio extremo ocurrido en 2007 y que afectó a una forestación de pino oregón de 25 años, que había sido previamente podada y raleada a densidades de 500, 700 y 900 árboles/ha, mientras que el rodal testigo permaneció con la densidad inicial de 1.111 árboles/ha. Todos los árboles de la parcela testigo murieron, mientras que entre el 90 y 95 % de los individuos de las parcelas con 500 y 700 árboles/ha sobrevivieron al fuego y continuaron creciendo adecuadamente. El rodal con 900 árboles/ha presentó una supervivencia del 75% y el menor incremento en diámetro y altura (Figura 2). Estos autores señalaron que el raleo y la poda del fuste hasta aproximadamente 2,7 a 3 m de altura, la remoción de esos residuos y otras prácticas silvícolas como la trituración de residuos *in situ* y/o la quema prescripta bajo dosel, podrían reducir el riesgo de incendio en las forestaciones de la Patagonia.

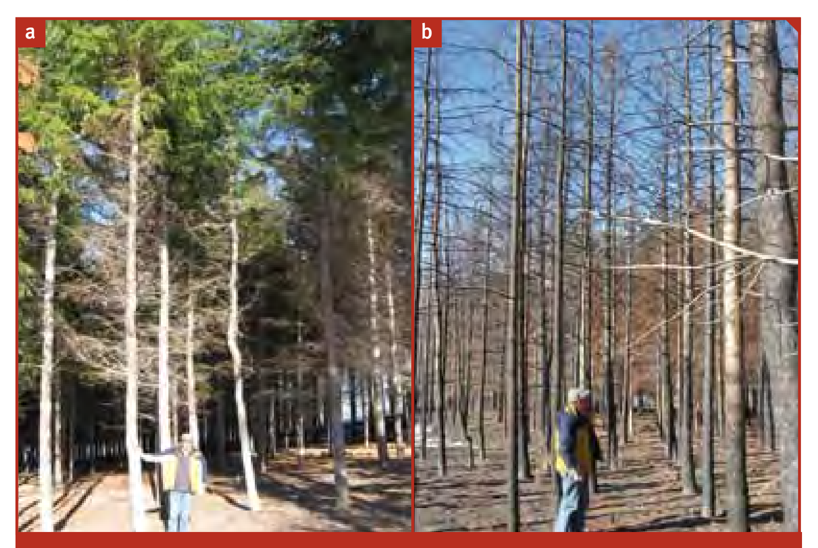


Figura 2. Aspecto de un rodal de pino de Oregón de 25 años de edad en el Parque "La Zeta" de la ciudad de Esquel luego de producido un incendio en verano de 2007. En el sector raleado a 500 árboles/ha, todos los individuos sobrevivieron (a), mientras que en el sector testigo no raleado ni podado (1111 árboles/ha), no hubo sobrevivientes (b).

Recientemente se realizó una quema prescripta en una forestación de pino oregón de 25 años en El Foyel (Río Negro), cuyo objetivo fue el reducir la carga de combustible bajo dosel, que permitiese disminuir el riesgo de un incendio accidental. Mediante esta quema, se redujo la carga de combustible fino en un 58%, del mediano en 40% y del grueso en 22%, lo que en promedio resultó en una reducción del 30% del combustible total. Luego de una temporada de crecimiento, la mortalidad de los árboles en el rodal tratado fue menor al 1% (Godoy *et al.*, 2015). (Figura 3).



Figura 3. Residuos forestales en un rodal de pino oregón de El Foyel antes (a) y después (b) de realizada la quema prescripta.

Actualmente, científicos del CIEFAP están estudiando opciones para reducir el peligro de incendios y permitir un mayor crecimiento de los árboles, a través de raleos, quemas prescriptas, triturado y remoción de residuos, y al mismo tiempo, lograr la más baja cantidad de emisiones de CO2 posible, de manera de mitigar los efectos negativos del cambio climático global (Laclau 2003, Defossé *et al.* 2011, Figura 4).



Figura 4. Quema prescripta realizada en rodales de la Municipalidad de Esquel, en los alrededores de la laguna La Zeta (a), y triturado de residuos de poda y raleo realizado en rodales del INTA Trevelin (b).

PREVENCIÓN DE LOS INCENDIOS FORESTALES

Para prevenir incendios en las forestaciones se deben priorizar todas aquellas actividades que tiendan a evitar su ocurrencia o que dificulten la propagación del fuego. Estas son:

- **Planificar y construir caminos cortafuegos**. Cuando se planifica una forestación el profesional debe considerarla red de caminos, fajas cortafuegos, franjas de seguridad y fuentes de agua, que están reglamentados por el Decreto 133/99 de la ley 25.080 (recuadro 1, puntos a y b). Estos caminos deben mantenerse sin vegetación; sin embargo, si no se realiza en la práctica el mantenimiento de estos caminos para que estén libres de vegetación fina y con el suelo mineral expuesto, se corre el riesgo de que en caso de incendios, los cortafuegos puedan actuar como corredores de viento y conductores del fuego.

- Contar con el **equipamiento** y las **herramientas necesarias** para extinguir el fuego, como así también con **personal capacitado y entrenado**. Es importante contar con el equipamiento y las herramientas necesarias para apagar focos de fuego en forma inmediata (Caja 1, puntos d a f). Si bien la legislación no especifica la cantidad de personas necesarias, es preciso contar con personal capacitado y entrenado en el uso de las herramientas descriptas. Asimismo, deben contar con los elementos de protección personal necesarios para la tarea: casco, antiparras, pantalón y camisa ignífugos, borceguíes de seguridad con puntera y guantes.

- **Manejar los residuos de las podas y raleos.** Si bien las podas y raleos generan una gran carga de combustible que queda en el suelo, estos tratamientos deben realizarse indefectiblemente ya que disminuyen la continuidad horizontal y vertical del material vegetal. Los residuos de estas actividades también deben manejarse de alguna de las siguientes formas:

  - **sacándolo fuera del bosque**. Los residuos se acumulan en montículos fuera de las forestaciones y luego se reducen a través de quemas controladas durante el otoño-invierno, cuando la humedad relativa es alta y las temperaturas son bajas. Sin embargo esta práctica no se recomienda ya que estaría interrumpiendo el ciclo de nutrientes del bosque y generando disturbios indeseables por sobrecalentamiento del suelo por debajo de los montículos.

    Si los residuos no se extraen fuera del bosque, se debe procurar esparcirlos de manera homogénea sobre el suelo, tratando de mantener las bases de los árboles libres, evitando la acumulación de ramas sobre los mismos.

  - **triturándolo**. Hay experiencias en algunos sitios en donde los residuos se trituran o astillan y se incorporan al suelo con el tiempo, pero suele ser muy costoso y difícil de practicar en grandes superficies. Sin embargo puede ser efectivo en los bordes de las forestaciones, sobre todo en las ubicadas en la interfaz urbano-rural.

  - **realizando quemas prescriptas** (profesional mediante). Estas se basan en un protocolo escrito, elaborado por profesionales, para cada sitio en particular, y considerando los siguientes temas:

    - Un análisis del riesgo de implementar el fuego.
    - Una descripción detallada del área de prescripción, de los combustibles y de la vegetación.
    - La confección de mapas y planos del lugar de la prescripción de la quema.
    - Las condiciones de la prescripción que incluyen la ventana meteorológica, la topografía, los combustibles, el comportamiento del fuego previsto (longitud de llama, velocidad de propagación, distancia de focos secundarios).
    - La identificación de las responsabilidades y tareas del personal actuante.

- El plan de contención del fuego (supresión de focos secundarios) y la construcción de fajas de seguridad (figura 5).

- El plan de ignición (figura 6).

- El plan de seguridad del personal.

- El plan de contingencia, para prever soluciones en el caso de que sucedan hechos que hagan que no se puedan cumplir los objetivos de la quema (USDA 2008).

Como es de observar, todas las acciones en una quema prescripta deben estar cuidadosamente organizadas para evitar la ocurrencia de efectos indeseados. Para su implementación, se debe consultar con un profesional experimentado y contar con el permiso de las autoridades forestales correspondientes.

Luego de una quema prescripta, se sugiere que la carga de combustible que quede sobre el suelo se encuentre en un rango de entre 7 y 10 t/ha (De Ronde *et al.* 1990, Defossé *et al.* 2011). Esa cantidad no solo reduce al mínimo el riesgo de incendios incontrolables en caso de ocurrencia, sino que permite que las forestaciones tengan una adecuada provisión de nutrientes (Kunst y Rodríguez 1997, Fernández y Botelho 2004).

Mediante las quemas prescriptas se trata de lograr los mismos efectos que tendría un incendio natural en un lugar determinado, pero en una forma mucho más atenuada y totalmente controlada, sin perjuicios para la vida humana, los bienes materiales o la naturaleza.

- **mediante una combinación de las prácticas anteriores** (Figura 7). Como la mayoría de las veces no es factible realizar el mismo manejo de los residuos forestales en la totalidad de la superficie, hay que considerar una combinación de las tres técnicas anteriores (extracción, triturado y quema). Se recomienda siempre manejar los residuos en los sitios de interfaz urbano-rural y los más concurridos. La toma de decisión para el tratamiento más adecuado debe estar asesorada por un profesional forestal.

- **Manejar las áreas circundantes a las forestaciones.** Un aspecto muy importante es tener

CAJA 1

Artículo 5º del decreto 133/99 que reglamenta la ley 25080

En lo referente a incendios forestales, para acogerse a los beneficios de la Ley Nº 25.080, en el momento de certificar las plantaciones todos los emprendimientos deberán demostrar la existencia de:

a) Parcelas de no más de 25 ha delimitadas por caminos transitables por vehículos terrestres. Cuando las características topográficas del terreno lo impidan, se establecerán vías de comunicación terrestre entre rodales.

b) Calles cortafuegos libres de combustible en los períodos críticos. Las perimetrales al conjunto de las plantaciones, sobre caminos públicos y vías férreas de no menos de 20 m de ancho.
c) Fuentes cercanas de abastecimiento de agua. En caso de no existir se deberán construir reservorios, tipo tajamares o cualquier otro que facilite la carga de equipos de control de fuego.
d) Los emprendimientos que totalicen superficies boscosas superiores a las 700 ha deberán contar con equipamiento que facilite la detección precoz de los fuegos, tales como torres de observación o cámaras de video, que cubran a la totalidad del área del emprendimiento y que aseguren el suministro de información durante toda la vida útil del mismo. No necesariamente se debe contar con la propiedad de los equipos, pero sí con el acuerdo de los titulares de los mismos, para brindar la información en forma inmediata. Paralelamente deberán presentar su plan de manejo del fuego y los mecanismos de coordinación con las autoridades específicas.
e) Entre 400 y 700 ha se debe contar mínimamente con 1 motobomba de alta presión con 20 tramos de manguera y 1 tanque de 2.000 l, con su correspondiente equipo de tracción,1 motosierra, 4 bombas mochila, 5 palas, 4 Mc Leod (azadón/rastrillo/segador), 4 Pulasky (hacha/azadón), guantes y cascos de protección.
f) Entre 50 y 400 ha se deberá contar con 1 motosierra, 2 bombas mochila, 5 palas, 2 Mc Leod (azadón/rastrillo/segador), 2 Pulasky (hacha/azadón), guantes y cascos de protección.
g) A las superficies inferiores a las 50 ha no se les exige un equipamiento específico, pero deberán cuidar especialmente el mantenimiento de los cortafuegos.



Figura 5. Construcción de una faja de seguridad antes de realizar una quema prescripta para dejar a la vista el suelo mineral, por donde el fuego no se propaga.



Figura 6. Ignición de residuos forestales con antorcha durante una quema prescripta en un rodal con abundantes residuos de poda.



Figura 7. Continuidad horizontal de residuos combustibles (27 t/ha) en un rodal de pino ponderosa que deberían reducirse marcadamente (a aproximadamente 8 t/ha)

en cuenta la zona aledaña a las forestaciones, tanto en la interfaz urbano-rural como en zonas que limitan las forestaciones y no están habitadas. Estas zonas, especialmente las de interfaz urbano-rural, también deben manejarse adecuadamente para evitar la ocurrencia y propagación de incendios (figura 8).

El área contigua a las forestaciones debe tratarse de la siguiente forma:

- Mantener la superficie libre de arbustos y coníferas una distancia mínima de 30 m o más entre las viviendas y el borde del bosque.

- Mantener el césped corto y el suelo húmedo, en especial durante la estación seca, alrededor de las viviendas y galpones contiguos al bosque.

- Podar los árboles hasta los 4 m de altura o más.

- Evitar que los arbustos estén debajo de los árboles (para cortar la continuidad vertical del combustible).

- Evitar que las ramas de los árboles estén en contacto con las paredes o el techo de las construcciones.

- Favorecer el manejo pastoril de la misma para disminuir la presencia de material fino que propaga el fuego en el caso de que las forestaciones linden con la estepa.

- Utilizar la plantación de cortinas de álamo criollo u otra especie que actúe como una barrera para el fuego en los casos en que sea factible. En el caso del álamo, se ha probado que su alto contenido de humedad foliar dificulta el avance del fuego (Bianchi y Defossé 2015).



Figura 8. Quema de pastizales contiguos a una forestación

ALGUNOS ASPECTOS METEOROLÓGICOS

La temperatura del aire actúa sobre el comportamiento del fuego en forma directa, ya que por cada 10 °C de aumento de la temperatura se duplica la velocidad de una reacción química (Kunst 1997). Por otra parte, los combustibles se calientan durante el día con la radiación solar y entonces necesitan de menos calor para su precalentamiento antes de

la ignición. La temperatura de los tejidos vegetales vivos está en equilibrio con la temperatura del aire y un dato a tener en cuenta es que una temperatura igual o mayor a 60 °C durante un lapso de 10 minutos es letal para los mismos (Wright y Bailey 1982). Cuanto más alta es la temperatura del aire, más rápido se alcanza la temperatura letal, pudiendo ocasionar daños en el follaje. Respecto de la humedad relativa, cuanto más baja es, mayor es la capacidad del aire en absorber humedad, y por lo tanto los combustibles ceden humedad al aire mientras se van secando. Cuanto más secos estén los combustibles, mayor será la intensidad del fuego (Dentoni 1997).

La ventana meteorológica se refiere a los factores del tiempo que más influyen sobre el comportamiento del fuego, a saber: la temperatura del aire, la velocidad del viento y la humedad relativa del aire. Este concepto se utiliza en las quemas prescriptas para asegurar el manejo del fuego y minimizar su comportamiento no deseado. Un ejemplo de ventana meteorológica para realizar una quema es el siguiente:

Temperatura del aire: hasta 15 °C
Velocidad del viento: entre 2 a30 km/h
Humedad relativa del aire: entre 20 y 40%

Es importante insistir que la detección temprana del fuego y el rápido acceso de los brigadistas forestales al lugar del evento, posibilita un combate oportuno y fácil. Actualmente el Servicio Nacional de Manejo del Fuego provee pronósticos meteorológicos y de índices de peligro de incendios que permiten actuar y prepararse con antelación a la ocurrencia de incendios.

CAJA 2

Disponibilidad de agua para abastecer motobombas y/o cisternas y/o autobombas

Fuentes naturales. En el caso de que el curso de agua no tenga la capacidad de abastecer en forma permanente a una motobomba forestal (consumo promedio de una Wajak Mark 3: 300 litros por minuto), hay que prever realizar diques de contención teniendo en cuenta que en una jornada “normal” de 8 horas dicha motobomba necesita de 144.000 litros.

Fuentes artificiales: en el caso de prever la construcción de tanques australianos para abastecer mínimamente la demanda de una motobomba este debe tener por lo menos la capacidad anteriormente mencionada, lo cual se logra con un tanque por ejemplo de 15 chapas lo que equivale a 155.600 litros.

CAJA 3

Rendimiento de lanzamientos de agua

Depende del estado de la forestación (altura, cobertura, poda, raleo, etc.), el tipo de fuego (subterráneo, superficial y/o aéreo), la aeronave utilizada y la etapa del incendio.

Ejemplos:

Un avión hidrante Air Tractor 802 F (3050 l de capacidad máxima y con la posibilidad de realizar su descarga en etapas), tendrá seguramente un rendimiento muy alto para controlar un foco en su etapa inicial en una forestación de poca edad y por lo tanto con fuego de poca altura (menos de 2 m de longitud de llama se considera fuego superficial).
Por el contrario, un avión Kruk PZL (1650 l de capacidad máxima y sin la posibilidad de realizar la descarga en etapas) tendrá un rendimiento muy bajo en un incendio superficial y de copas.

CAJA 4

Antorchas. Se utilizan para las igniciones en las quemas prescriptas y durante los incendios para los contrafuegos. La capacidad de las antorchas estándar es de 4,7 litros (1,25 galones), generalmente se las utiliza con mezcla 60-40, es decir 60 % de gasoil (2,8 litros) y 40 % de nafta (1,9 litros). En el caso de combustibles gruesos y/o con mayor contenido de humedad se utiliza mezcla 70-30, 70 % de gasoil (3,3 litros) y 30 de nafta (1,4 litros). En el caso de combustibles finos y/o con menor contenido de humedad se utiliza mezcla 50-50, 50 % de gasoil (2,4 litros) y 50 % de nafta (2,4 litros).

RESUMEN DE RECOMENDACIONES PARA DISMINUIR EL RIESGO DE INCENDIOS

- Realizar las podas y raleos en tiempo y forma.
- Dejar desparramados los residuos de podas y raleos sobre el suelo lo más uniformemente posible.
- Acudir a un profesional para que planifique y conduzca quemas prescriptas en los rodales o superficies que sean prioritarios.
- Manejar la vegetación en las áreas de interfaz urbano-rural (cortar el pasto, podar árboles y arbustos, evitar escaleras de vegetación), al menos a una distancia entre las viviendas y el bosque de 30 m o más. Esto es imperativo para proteger personas y propiedades.
- Tener los mismos cuidados en las forestaciones contiguas a las rutas que en las zonas de interfaz urbano-rural.
- Favorecer el manejo silvopastoril para controlar el desarrollo de la vegetación bajo dosel.

AGRADECIMIENTOS

A los Dres. Sara Castañeda, Alejandro Dezzotti y Héctor Gonda por sus revisiones y comentarios que permitieron mejorar la redacción y comprensión de los conceptos vertidos en este capítulo. A Luciano Bulgarelli por su contribución y aportes en relación a seguridad e higiene del personal involucrado en quemas prescriptas y combate de incendios (brigadistas).

BIBLIOGRAFÍA

Agee J.K. 1993. Fire Ecology of Pacific Northwest Forests. Island Press: Washington DC., 493 p.

Andrews P. y C. Chase. 1989. BEHAVE: Fire behavior prediction and fuel modelling system. Burn subsystem, Part 1. USDA Forest Service GTR INT-194.

Bianchi L.O. y G.E. Defossé. 2015. Live fuel moisture content and leaf ignition of forest species in Andean Patagonia, Argentina. International Journal of Wildland Fire 24(3):340-348. DOI:10.1071/WF13099.

Burgan R. y R. Rothermel. 1984. BEHAVE; fire behavior prediction and fuel modelling system FUEL subsystem. USDA Forest Service, Intermountain Forest Range Experiment Station, 126 pp.

Colmet-Daage F., M. Lanciotti, A. Marcolin . 1995. Importancia forestal de los suelos volcánicos de la Patagonia Norte y Central. Climo-topo-secuencias de suelos y vegetación. ORSTOM Francia, INTA Argentina. Consejo Federal de Inversiones de Argentina.

Defossé G.E. y M.F. Urretavizcaya. 2003. Introducción a la Ecología del Fuego. Pags. 17-26. En: C. R. Kunst, S. Bravo y J. L. Panigatti (eds.). Fuego en los Ecosistemas Argentinos, Cap. 2. INTA – Santiago del Estero. 332 pp.

Defossé G.E., G.A. Loguercio, F.J. Oddi., J.C. Molina y P.D. Kraus. 2011. Potential CO2 emissions mitigation through forest prescribed burning: a case study in Patagonia, Argentina. For. Ecol. Manage. 261:2243-2254.

Defossé G.E., M.M. Godoy, L.O. Bianchi, N.S. Lederer, C. Kunst. 2015. Fire history, fire ecology and management in Argentine Patagonia: from ancient times to nowadays. Pags. 177-209, Chapter 7, En: B. Leblon and M. E. Alexander (Eds.). Current International Perspectives on Wildland Fires, Mankind and the Environment. Nova Science Publishers. New York.

Dentoni M.C. 1997. Aspectos meteorológicos relevantes para la Planificación y Conducción de Quemas Prescriptas. Capítulo 6. Pp. 49-60 en Kunst C. y Rodríguez N. (eds.). Fuego prescripto en plantaciones de pino. Proyecto Forestal de Desarrollo SAGPyA - INTA - CIEFAP.

Dentoni M.C., G.E. Defossé, N. Rodríguez, M. Muñoz, H. Colomb. 1999. Estudio de grandes incendios: el caso de la Ea. San Ramón en Bariloche, Río Negro, Patagonia, Argentina. PNMF-CIEFAP-GTZ-SAyDS, Buenos Aires, Argentina.

De Ronde C., J.G. Goldammer, D.D. Wade, R.V. Soares. 1990. Prescribed fire in industrial pine plantations. In 'Fire in the Tropical Biota – Ecosystem Processes and Global Challenges'. (Ed. JG Goldammer) pp. 216–272. Springer Verlag: Berlin.

Fernandes P. y H. Botelho. 2004. Analysis of the prescribed burning practice in the pine forest of northwestern Portugal. Journal of Environmental Management 70: 15–26.

Fitzgerald S.A. 2005. Fire ecology of ponderosa pine and the rebuilding of fire-resilient ponderosa pine ecosystems. In Proceedins of the Symposium on Ponderosa Pine: Issues, Trends and Management. 18-21 de octubre 2004, Klamath Falls, OR (Eds Ritchie MW, Maguire DA, Youngblood A), USDA Forest Service, Pacific Southwest Research Station. General Technical Report PSW-GTR-198, 197-225, Albani, CA.

Fulé P.Z., J.E. Crouse, J.P. Roccaforte, E.L. Palies. 2012. Do thinning and/or burning treatments in western USA ponderosa or Jeffrey pine-dominated forests help restore natural fire behaviour? For. Ecol. Mange. 269: 58-61.

Godoy M.M., G.E. Defossé, L.O. Bianchi, M.M. Davel, T. Withington. 2013. Fire-caused tree mortality in thinned Douglas-fir stands in Patagonia, Argentina. Int. J. Wildland Fire. 22:810-814. http://dx.doi.org/10.1071/WF12107

Godoy MM, M Bachfischer , N Lederer, EA Gutiérrez , J Bonansea, GE Defossé . 2015. Prescribed burning in a Douglas-fir afforestation in Patagonia, Argentina: an experience of learning by doing. 6th International Fire Ecology & Management Congress: Advancing Ecology in Fire Management. San Antonio, Texas, E.E.U.U. 16 al 20 de noviembre de 2015.

Gonda H. y J. Lomagno J. 1995. El raleo de plantaciones jóvenes de pino ponderosa puede producir un importante volumen de materia prima comercial. IV Jornadas Forestales Patagónicas, Vol 1, 299-305. Asentamiento Universitario San Martín de los Andes, Argentina.

Gonda H. 1998. Height-diameter and volume equations, growth intercept and needle length site indicators, and yield equations for young ponderosa pine plantations in Neuquén, Patagonia, Argentina. Doctoral Dissertation,

College of Forestry, Forest Resources Department, Oregon State University. USA.

Hermann R.K. y D.P. Lavender. 1990. *Pseudotsuga menziesii* (Mirb) Franco. En: Burns RM, Honkala BH (Eds.) Silvics of North America. Volume 1, 527-540. Conifers Agriculture Handbook 654. Forest Service, United States Department of Agriculture. Washington DC.

Interagency Prescribed Fire Planning and Implementation Procedures Guide. 2008. USDA Forest Service. 50 p.

Komarek E. 1964. The natural history of lightning. En: Proceedings of the Tall Timbers Fire Ecology Conference Nro 2, pp 181-187. Tallahassee, Florida. EEUU.

Komarek E. 1968. Lightning and lightning fires as ecological forces. En: Proceedings of the Tall Timbers Fire Ecology Conference Nro 8, pp 169-197. Tallahassee, Florida. EEUU.

Kunst C. 1997. Comportamiento del fuego. Capítulo 8. Pp 36-48 en Kunst C. y Rodríguez N. (eds.). Fuego prescripto en plantaciones de pino. Proyecto Forestal de Desarrollo SAGPyA - INTA - CIEFAP.

Kunst C. y N. Rodríguez. 1997. Plantaciones Forestales Comerciales. ¿Porqué usar el Fuego Prescripto? Capítulo 2. Pp 11-17 en Kunst C. y Rodríguez N. (eds.). Fuego prescripto en plantaciones de pino. Proyecto Forestal de Desarrollo SAGPyA - INTA – CIEFAP.

Kunst C., N. Rodríguez, J.A. Maldonado. 2003. Fuego prescripto en plantaciones de pino. En: Fuego en Ecosistemas Argentinos (Eds. Kunst C.R., S. Bravo, J.L. Panigatti). Pp 225-237. INTA Santiago del Estero, Santiago del Estero, Argentina.

Laclau P. 2003. Biomass and carbon sequestration of ponderosa pine plantations and native cypress forests in northwestern Patagonia. For. Ecol. Manage. 180:317-333.

Lotan J.E. 1975. The role of cone serotiny in lodgepole pine forests. In Baumgartner D.M. (ed.). Management of lodgepole pine Ecosystems Symposium Proceedings. Wash. State Univ. Coop. Ext. Serv., Pullman pp. 516-535.

McDonald P.M. y R.J. Laacke. 1990. Monterey Pine. En: Silvics of North America. Volume 1. Conifers, Agriculture Handbook 654. USDA Forest Service, Washington, E.E.U.U.

Naficy C., A. Sala, E.G. Keeling, J. Graham, T.H. De Luca. 2010. Interactive effects of historical logging and fire exclusion on ponderosa pine forest structure in the northern Rockies. Ecol. Appl. 20: 1851-1864.

Peterson D.L., S.S. Sackett, L.J. Robinson, S.M. Haase. 1994. The effects of repeated prescribed burning on *Pinus ponderosa* growth. Int. J Wild. Fire 4:239-247.

PODER EJECUTIVO NACIONAL (PEN). 1977. Ley 21695/77. Boletín Oficial Nro 23802. Buenos Aires, Argentina.

Pritchard S.J., D.L. Peterson, K. Jacobson. 2010. Fuel treatments reduce the severity of wildfire effects in dry mixed conifer forest, Washington, USA. Can. J. For. Res 40(8):1615-1626.

Rodríguez N. 1997. Comportamiento del fuego. Capítulo 8. Pp 36-48 en Kunst C. y Rodríguez N. (eds.). Fuego prescripto en plantaciones de pino. Proyecto Forestal de Desarrollo SAGPyA - INTA - CIEFAP.

Rothkugel M. 1916. Los bosques patagónicos. Oficina de Bosques y Yerbales. Talleres Gráficos de Ministerio de Agricultura de la Nación, Buenos Aires, Argentina.

Sarasola M., V.E. Rusch, T.M. Schlichter, C.M. Ghersa. 2006. Invasión de coníferas forestales en áreas de estepa y bosques de ciprés de la cordillera en la Región Andino Patagónica. Ecol. Austral 16:143–156.

Thies W.G., D.J. Westlin, M. Loewen. 2005. Season of prescribed burn in ponderosa pine forests in eastern Oregon: impact on pine mortality. Int. J. Wild. Fire 14:223-231.

Tortorelli L.A. 1947. Los incendios de bosques en la Argentina. Ministerio de Agricultura, Buenos Aires, Argentina.

Urzúa J.D. 1991. Desarrollo de las plantaciones forestales del Neuquén y su aprovechamiento industrial. CIEFAP. Publicación Técnica 3. Esquel, Argentina.

Weaver H. 1957. Effects of prescribed burning in ponderosa pine. J. For 55(2):133-138.

Wright H. y A. Bailey. 1982. Fire ecology in the United States and Canada. J. Wiley and Sons. New. York.

LA GESTIÓN DE LAS PLAGAS

AUTORES: Victoria Lantschner, José María Villacide, Andrés Martínez

Revisores: Virginia Fontana, Sara Castañeda y Alejandro Dezzotti

14

Cómo se cita el capítulo:

Lantschner M.V., J.M. Villacide, A. Martínez. 2015. La gestión de las plagas. Manual de Buenas Prácticas para el manejo de plantaciones forestales en el noroeste de la Patagonia. Editores: L. Chauchard, M.C. Frugoni, C. Nowak. Editorial Buenos Aires Cap. 14. p: 389-420



INTRODUCCIÓN

Los insectos conforman el grupo de animales más diverso y abundante del mundo, con alrededor de un millón de especies conocidas. Esta gran diversidad es, en parte, consecuencia de la respuesta evolutiva de este grupo a la gran variedad de ambientes y recursos disponibles, lo que ha promovido la generación de una amplia gama de adaptaciones específicas. Un reflejo de esto puede observarse por ejemplo, dentro del grupo de los insectos fitófagos, los cuales tienen hábitos de alimentación marcadamente distintos, entre los que se encuentran barrenadores de madera, comedores de polen y succionadores de savia, entre otros.

El ambiente forestal ofrece una importante variedad de nichos ecológicos para los insectos, y como tal, presenta una amplia diversidad de especies. La mayoría de éstas, poco visibles por sus hábitos o abundancia, cumplen papeles específicos dentro de la dinámica del bosque. Sin embargo, una pequeña fracción de insectos es reconocida por su impacto negativo sobre el recurso forestal. Estas especies son comúnmente denominadas “plagas” y pueden generar pérdidas económicas de distinta intensidad tanto por su efecto directo sobre el bosque, como por su impacto sobre la biodiversidad o la cadena productiva (por ejemplo, pueden afectar el estatus sanitario de una región). Algunas especies exóticas en un determinado ambiente pueden constituirse como “invasoras”. Estas especies poseen una serie de atributos ecológicos que pueden generar impactos de mucha mayor amplitud, en términos de intensidad y extensión del daño sobre el recurso forestal. Características como su capacidad reproductiva y de dispersión o la dinámica de las poblaciones, promueven que estas especies sean quizá, el principal objetivo de los programas de gestión sanitaria.

El efecto de los insectos sobre el recurso forestal es uno de los principales problemas a escala mundial tanto para la conservación como para la producción de los bosques. Los impactos globales de los insectos pueden superar, en términos de extensión afectada, a los causados por otros disturbios de importancia como el fuego. Varios factores promueven escenarios propicios que favorecen el daño causado por insectos. Por un lado, se observa un creciente desarrollo del cultivo de árboles con fines productivos, asociado con una marcada tendencia hacia la homogenización de las especies utilizadas. Importantes avances en el campo de la genética forestal, con la incorporación de tecnología clonal, promueven, además de mayores rendimientos, una importante simplificación del ambiente y un consecuente incremento del riesgo de impacto por especies de insectos. Por otro lado, el aumento en el movimiento de bienes y personas dentro y entre regiones, facilita el transporte de especies con potencial invasor hacia nuevas áreas. Estudios recientes ponen énfasis en la importancia de la introducción de plantas vivas como vectores de plagas y patógenos. En Europa, por ejemplo, entre un 38 % y un 90% de todos los artrópodos exóticos introducidos accidentalmente por el hombre, arribaron mediante el comercio de plantas ornamentales. Por su parte, se ha estimado que en los EEUU, el 14% de los insectos forestales exóticos introducidos ocasionan pérdidas significativas en la economía forestal.

En la Argentina, las principales plagas actualmente reconocidas en las plantaciones son especies exóticas. Quizá el mejor ejemplo de esto es la avispa de los pinos *Sirex noctilio*, originaria de Europa y el norte de África que ha colonizado con éxito todo los países en donde se cultivan pinos con fines comerciales (Nueva Zelanda, Australia, Sudáfrica, Brasil, Uruguay, Chile, EEUU y Canadá), incluyendo desde la década del '80 a la Argentina. Es importante tener en cuenta que especies que invaden nuevos hábitats dentro de un mismo país, también son consideradas invasoras. Un ejemplo de esto es la hormiga cortadora de hojas *Acromyrmex lobicornis*, originaria de la pampa y monte argentino, que ha avanzado hacia la Patagonia favorecida por disturbios antrópicos como las rutas, pudiendo convertirse en un problema de consideración para las plantaciones jóvenes de pino. La marcada tendencia en la Argentina, Chile, Uruguay y Brasil hacia la homogenización de las especies forestales cultivadas, promueve, entre otras cosas, problemáticas sanitarias y desafíos de manejo similares, tanto en términos de especies presentes (principalmente pinos y eucaliptos) como del riesgo de invasión. Asimismo, la importante extensión de las fronteras políticas y la permeabilidad de las barreras biogeográficas entre estos países, indican que la sanidad forestal es un problema transversal que trasciende las regiones y que requiere tanto de esfuerzos coordinados entre organismos de investigación y gestión, como de estrategias de manejo sólidas entre organismos sanitarios y los distintos actores de la cadena forestal.

Actualmente, el manejo de plagas forestales es implementado a distintas escalas mediante la sinergia de acciones denominada "Manejo integrado de plagas" (MIP). Esta visión sobre la sanidad de los cultivos permite diferenciar claramente dos conceptos: mientras que con el "control" de plagas se persigue "eliminar" al agente de daño, con el "manejo" se busca sostener sus poblaciones por debajo de un determinado nivel de impacto. Entonces, el MIP es un tipo de estrategia que engloba un conjunto de tácticas específicas que focalizan el monitoreo, la prevención y la reducción del daño sobre el cultivo. La selección y aplicación de estas tácticas requiere del conocimiento sobre aspectos básicos tanto de la ecología del cultivo como de la especie plaga y la relación con sus enemigos naturales (bio-controladores). Por ejemplo, en cultivos de plantas longevas como los árboles, la dinámica espacial y temporal de la plaga, el tamaño y la forma de los parches de plantación y las condiciones del ambiente donde éstas se desarrollan, son relevantes para diseñar un plan de manejo basado en el concepto del MIP. El éxito de estas acciones depende, en gran medida, del diseño y aplicación de protocolos técnicamente sólidos basados en un detallado conocimiento del sistema.

El presente capítulo se focaliza, por un lado, sobre aspectos conceptuales de la ecología y manejo de las plagas de insectos forestales y por otro, sobre referencias específicas propias de la sanidad de plantaciones forestales de pino en la Patagonia.

VIGILANCIA Y MONITOREO

La detección precoz de las especies plaga dentro de las plantaciones y el monitoreo de sus poblaciones, son elementos clave que facilitan la toma de decisiones sólidas durante el manejo sanitario. Esta acción busca, mediante sistemas de detección temprana, dirigir acciones específicas de manejo cuando las poblaciones son reducidas (por ejemplo, durante los estadíos iniciales de la invasión de una plantación), fomentando de este modo un incremento en la eficiencia del control. Además, los relevamientos periódicos de las

plantaciones permiten obtener información detallada sobre el estado de la plaga y realizar evaluaciones sobre la eficiencia de las estrategias de manejo implementadas.

Es importante notar aquí la diferencia conceptual entre las acciones de vigilancia y monitoreo de plagas. Por un lado, la vigilancia se refiere a un proceso oficial mediante el cual se recoge y registra información sobre la presencia o ausencia de una plaga. Típicamente, la vigilancia busca(a) detectar de forma temprana nuevas plagas,(b) facilitar el comercio proporcionando información sobre las plagas y su distribución dentro de una zona determinada y (c) justificar la utilización de reglamentaciones para prevenir la entrada de una plaga que no está presente en el país importador. Por otro lado, el monitoreo busca en términos generales cuantificar los cambios en las poblaciones de las plagas establecidas. Más específicamente, estas acciones, conducidas tanto por productores como por organismos oficiales de sanidad, permiten (a) estimar la abundancia de las poblaciones de insectos plaga, determinar si se encuentran en aumento o disminución, y/o si existe probabilidad de un estallido poblacional inminente, (b) determinar el área afectada ya sea respecto a unidades políticas (provincias, departamentos, etc.) o a características de la plantación (rodales, cuadros, etc.),(c) determinar la severidad del daño, en términos productivos y/o ecológicos,(d) explorar factores que promueven el aumento de una determinada plaga, como condiciones del cultivo, prácticas de manejo, clima u otras y (e) aportar datos sólidos para la toma de decisión sobre las estrategias de manejo, el momento y la forma de aplicación y la evaluación de su efectividad.

MÉTODOS DE MONITOREO

El monitoreo de la sanidad de un sistema forestal requiere una aproximación integrada a múltiples escalas espaciales. A continuación se describen algunas de las principales metodologías de monitoreo y/o detección temprana de plagas forestales.

Relevamiento visual en el campo

El relevamiento visual en el campo es una herramienta comúnmente utilizada para monitorear el estado sanitario de las plantaciones, registrando la presencia de síntomas o signos de ataque por parte de una o más especies de plagas. Existen métodos de muestreo con parcelas de tamaño fijo para determinar posteriormente la densidad de los insectos de interés (por ejemplo, larvas dentro de troncos). Otro método se basa en el muestreo secuencial, en el queel tamaño de la muestra es flexible y el recuento del atributo de interés (por ejemplo, el número de árboles atacados) es acumulado. A medida que se avanza en el muestreo, se toma la decisión de finalizar el mismo cuando se obtiene información suficiente, como por ejemplo implementar una determinada acción.

Trampeo

Una herramienta de gran utilidad para el monitoreo y detección temprana de insectos en las plantaciones son las trampas tanto pasivas (sin atrayentes) como activas (cebadas con productos químicos atrayentes específicos). Esta técnica permite detectar la presen-

cia de una especie plaga, y establecer el estado poblacional o expansión en el territorio de las especies establecidas. Las trampas poseen numerosas ventajas para el monitoreo de insectos, ya que son relativamente sencillas de colocar, mantener y revisar, de bajo costo, y ambientalmente amigables. Existen en el mercado trampas genéricas diseñadas para la captura de una amplia variedad de insectos, así como también trampas diseñadas para la captura de plagas específicas (Figura 1). Además de aspectos propios de la estructura de la trampa, los cebos utilizados constituyen una importante herramienta para el monitoreo especie-especifico. Estos cebos de síntesis química se clasifican en dos grandes grupos: las feromonas (sustancias químicas que imitan las señales de apareamiento de los insectos) y las kariomonas (compuestos volátiles que los insectos utilizan para encontrar los árboles apropiados). El modelo de trampa a utilizar, así como el diseño de muestreo, dependerá de la plaga que se desea monitorear y del tipo y tamaño de la plantación.

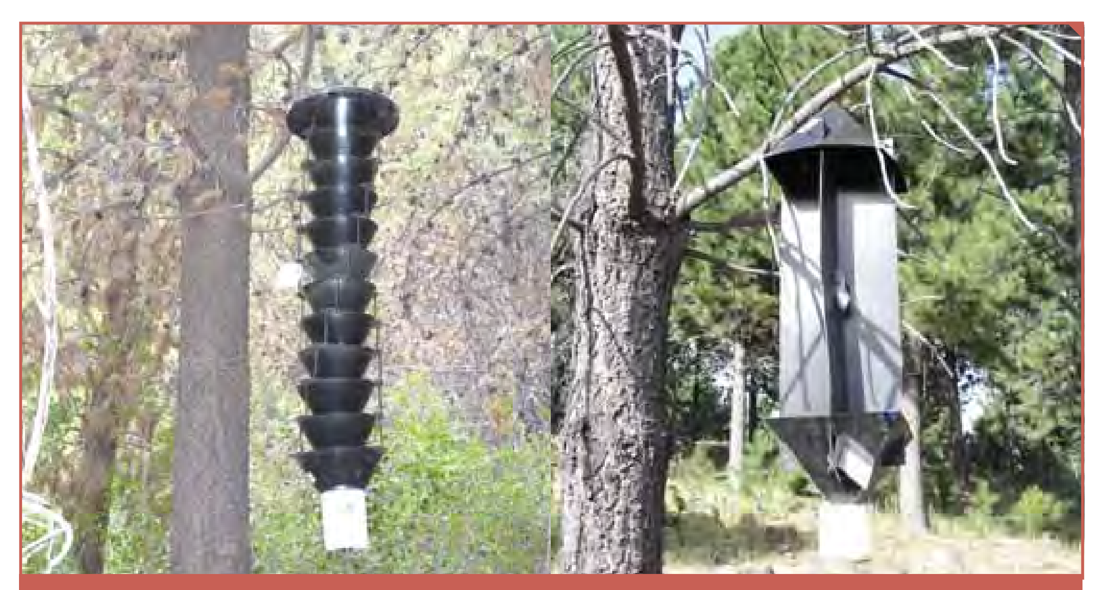


Figura 1.Trampas utilizadas para el monitoreo y detección temprana de plagas forestales. Izquierda: trampa multi-embudo. Derecha: trampa de paneles. Fotos: V. Lantschner.

Sensores remotos

Los sensores remotos son sistemas o instrumentos para captar información de un objeto a distancia. El uso de sensores remotos es efectivo para detectar cambios en los bosques a escalas amplias como la regional. Los daños causados por muchos insectos forestales, especialmente los que originan mortalidad de árboles, defoliación o decoloración foliar, pueden ser visible desde largas distancias. La evaluación de daños por insectos utilizando sensores remotos, abarca desde la observación aérea y hasta el análisis de fotos aéreas e imágenes satelitales. Estos métodos permiten registrar la ubicación, extensión e intensidad de los daños por insectos en un contexto espacial y abarcando grandes áreas. Actualmente existen imágenes satelitales o fotos aéreas de alta resolución, que permiten hacer un seguimiento preciso de grandes superficies forestadas. La capacidad de identificación de las plagas dependerá del tipo de síntomas que causan sobre el árbol. La muerte de los árboles, la clorosis de la copa arbórea o la defoliación de los árboles son síntomas comúnmente detectables mediante esta tecnología. Debe tenerse en cuenta que el uso

de sensores remotos no elimina la necesidad de obtener datos de campo; por ejemplo, los datos obtenidos por sensores remotos deben verificarse por información obtenida directamente en el terreno.

DISEÑO DEL MÉTODO DE MONITOREO

Una vez identificados los objetivos del monitoreo, resulta fundamental elaborar protocolos para el muestreo de las poblaciones de insectos de interés. Para esto, es importante definir claramente:

- La unidad de muestreo: es la unidad básica que contiene los elementos que serán muestreados. Pueden ser, por ejemplo, ramas en las que se cuentan el número de huevos o larvas, secciones de la corteza en las que observan daños de insectos barrenadores, hojas en las que se cuantifican el número de pulgones. La selección de la unidad de muestreo dependerá de la biología y hábitos del insecto y de la escala espacial a la cual se realiza el monitoreo.

- El tamaño de la muestra: es deseable definir un tamaño que sea lo suficientemente grande como para hacer una buena estimación, pero al mismo tiempo que evite un esfuerzo de muestreo excesivo. En este sentido, el tamaño de la muestra es una función de la variabilidad de la población y la precisión deseada de la estimación.

- La distribución de las muestras: para definir la distribución de las muestras debe tenerse en cuenta la biología del insecto de interés y la configuración de su hábitat, de modo de obtener muestras representativas de las poblaciones, abarcando el área de estudio deseada. La decisión de dónde tomar las muestras suele ser un compromiso entre el lugar en donde se encuentra el insecto y las limitaciones físicas de la obtención de la muestra. Es importante notar que la distribución del ataque de la plaga focal es un determinante de los resultados obtenidos, pudiendo llevar a estimaciones erróneas sobre su nivel de daño.

    - **El momento del muestreo: las muestras deben ser tomadas en el momento en que el insecto se encuentra visible en el campo, o cuando se hace evidente el daño producido por el mismo**.

- La frecuencia de muestreo: la misma depende de los objetivos del plan de monitoreo. Si el objetivo es predecir el daño anual, un solo muestreo en la temporada para estimar el número de adultos voladores, masas de huevos o larvas puede ser suficiente. Sin embargo, si el objetivo es estimar cambios a lo largo de la temporada, la detección de una especie a bajas densidades o la eficacia de un tratamiento, será necesario tomar una serie de muestras repetidas en el tiempo.

DAÑOS CAUSADOS POR INSECTOS

Los insectos pueden causar distintos tipos de daño sobre los árboles. Cada especie suele afectar a una especie o grupo de especies arbóreas, y atacar algún tejido particular de los individuos. Se pueden identificar daños como la defoliación, clorosis o muerte del follaje

de la copa, la muerte, deformación o perforación en los brotes o yemas, la deformación, resinación, descortezado, o pudrición del tronco o ramas y la pudrición, descortezado o decoloración de las raíces. Con frecuencia, los estadios más dañinos de los insectos herbívoros son las larvas, las cuales suelen alimentarse vorazmente de los tejidos de los árboles.

Los insectos se pueden clasificar en distintos grupos según el tipo de tejido que dañan.

Defoliadores

Son insectos que se alimentan de las hojas planas o aciculares de los árboles. Estos extraen la clorofila de los tejidos y reducen su capacidad fotosintética. Muchos árboles pueden sobrevivir a la defoliación; sin embargo, es común que este disturbio cause estrés y aumente la susceptibilidad al ataque de otros insectos o enfermedades. Defoliaciones repetidas, en cambio, pueden matar a los árboles. Para identificar la presencia de insectos defoliadores se debe observar si ha habido pérdida de follaje o si existen hojas con perforaciones. La mayoría de los insectos defoliadores son larvas de Lepidópteros (orugas o larvas de mariposas), aunque también son larvas de Himenópteros, Coleópteros y Dípteros. Las orugas se pueden ver, pero es común que estén ocultas bajo el tejido.

Barrenadores de la corteza

Son insectos que perforan la corteza de los árboles para alimentarse o reproducirse. Estos destruyen el floema, que se encuentra justo debajo de la corteza, y que cumple la función de transportar carbohidratos y nutrientes a lo largo del árbol. Los individuos atacados pueden morir si los insectos destruyen este tejido en una faja alrededor de todo el tronco. Dentro de este grupo se destacan los escarabajos por sus importantes daños. Cuando los huevos que fueron depositados por las hembras debajo de la corteza eclosionan, las larvas se alimentan del floema y así emergen los adultos para atacar nuevos árboles. Generalmente los árboles sanos resisten la introducción de los escarabajos en la corteza; sin embargo, en situaciones en las que las densidades de los escarabajos son muy altas, incluso los árboles sanos pueden ser dañados. Los barrenadores de la corteza se identifican por los pequeños agujeros que hacen en la misma, mediante los que los adultos ingresan para poner los huevos, o los nuevos adultos, emergen del tronco luego de alimentarse. Cuando la corteza de los árboles infestados se despega se pueden ver debajo las redes de túneles llamadas galerías.

Barrenadores de la madera

Son insectos que barrenan el xilema de los árboles (tejido formado por células muertas, rígidas y lignificadas que conducen la savia y sostienen al árbol). Comúnmente son especies secundarias, que atacan árboles muertos o muy debilitados, aunque también existen especies que atacan árboles vivos y vigorosos. Las larvas se alimentan de madera en estado de degradación, producida por organismos simbiontes como hongos o bacterias. Para identificar la presencia de barrenadores de la madera se debe buscar agujeros en la corteza, formados durante la emergencia de los adultos, así como también, túneles

dentro de la madera. Las larvas pueden estar presentes durante varios años en el árbol, luego de su muerte. Entre los barrenadores de la madera más comunes a nivel mundial, se encuentran las avispas de la familia Siricidae (por ejemplo, *Sirex* spp.), así como también escarabajos de la familia Ceramycidae (por ejemplo, *Anoplophora* spp. y *Hylotrupes* spp.).

Succionadores

Conforman un grupo de especies que succionan la savia desde los tejidos superficiales. Cuando se encuentran a altas densidades pueden matar un árbol al extraerle los carbohidratos producidos por la fotosíntesis. Adicionalmente, muchas especies son transmisoras de patógenos (virus principalmente), que pueden causar la muerte o decaimiento de los árboles. Con frecuencia se encuentra melado y fumagina en árboles con poblaciones numerosas de organismos succionadores de savia tales como áfidos, cochinillas y chicharritas. El melado consta de una parte de la savia vegetal no utilizada así como ciertos productos de desecho del insecto, constituyendo una fuente de alimentación valiosa para otros insectos, especialmente hormigas. Si el melado es abundante se convierte en un problema, ya que es pegajoso y se desarrollan con frecuencia sobre él los hongos causantes de la fumagina. Resulta difícil identificar la presencia de estos insectos, ya que son muy pequeños. Suelen ser pasados por alto debido a su naturaleza sedentaria y a la falta de daño físico obvio para los tejidos vegetales. Los síntomas más comunes son clorosis, follaje de color amarillo intenso, amarronamiento y caída prematura de acículas, follaje rizado, acículas cloróticas que se desprenden con facilidad y manchas circulares con puntos necróticos. Ejemplos comunes de succionadores son los pulgones (Hemíptera: Aphididae) y las cochinillas (Hemiptera: Coccoidea).

Plagas de plántulas, yemas y brotes

Muchas plagas de insectos forestales sólo atacan las plántulas o los tejidos jóvenes suculentos de ramas pequeñas, brotes y yemas. Estos organismos pueden matar a las plántulas y/o deformar a los árboles más grandes. Las infestaciones de estos insectos pueden ser difíciles de identificar y los síntomas se pueden confundir con los de otros insectos o enfermedades. Ejemplos de estos organismos son la mariposa del brote (por ejemplo, *Rhyacionia* spp.), así como algunos escarabajos curculiónidos (por ejemplo, *Hylobiusspp*. y Pissodesspp.) y cerambícidos (por ejemplo, *Oncideres* spp.).

IDENTIFICACIÓN DE LAS ESPECIES PLAGA

La identificación del agente causal de daños sobre el recurso forestal es central para la planificación de las estrategias de manejo posteriores. Debe tenerse en cuenta que los sistemas de monitoreo y/o las acciones de manejo son específicos de cada especie. Por ello, se destaca aquí la necesidad de fortalecimiento de las capacidades de detección del personal mediante actualizaciones periódicas tanto sobre las especies presentes, como sobre aquellas de importancia cuarentenaria. Asimismo, es importante que el personal posea habilidades básicas para la colecta y manipulación de muestras de insectos que no pueden ser identificados y que deben ser enviadas a especialistas.

NOTIFICACIÓN DE LA PRESENCIA DE PLAGAS

La notificación de la ocurrencia de plagas a las autoridades es fundamental para que los sistemas de sanidad puedan actuar. Es conveniente presentar notificaciones de plagas cuando (a) se detecta una nueva plaga o se verifica un aumento o una disminución repentina en una población de plaga establecida o nueva, (b) se verifica el éxito o el fracaso de la erradicación de las plagas, (c) se produce una situación imprevista relacionada con una plaga establecida y (d) se produce un cambio en la distribución geográfica que da lugar a un aumento del riesgo de plaga. En este sentido, en la Argentina existe el Sistema Nacional de Vigilancia y Monitoreo de Plagas (SINAVIMO), cuyo objetivo general es proveer información actualizada sobre la situación fitosanitaria de los principales cultivos en el territorio nacional (Caja 1). La notificación, que es conveniente quela haga una autoridad sanitaria, deberá corroborase antes de su publicación.

CAJA 1

Caja 1. El "Sistema nacional argentino de vigilancia y monitoreo de plagas agrícolas" (SINAVIMO).

Disponible en: *http://www.sinavimo.gov.ar*

El SINAVIMO opera a través de una red cooperativa cuyo objetivo es proveer información actualizada sobre la situación fitosanitaria de los principales cultivos en el territorio nacional, acorde a las normas internacionales establecidas por la Convención Internacional de Protección Fitosanitaria de la FAO. Este sistema opera dentro de la Dirección de Vigilancia y Monitoreo dependiente de la Dirección Nacional de Protección Vegetal del SENASA.
El funcionamiento del SINAVIMO es necesario debido a que provee información oficial acerca de la situación de plagas de importancia económica para el país, disponer de esta información es crucial a la hora de desarrollar y ejecutar programas sanitarios de plagas específicas, programas de control y/o erradicación, programas de cuarentena post-ingreso, etc.), para prever posibles pérdidas de mercados de exportación y mayores daños a las producciones agrícolas, con su consecuente impacto en los ingresos de divisas al país.
El SINAVIMO está diseñado sobre la articulación y el funcionamiento de una Base de Datos de las principales plagas presentes en la República Argentina, este sistema informático es capaz de almacenar fichas y realizar búsquedas específicas de plagas que se encuentran afectando a algún tipo de cultivo en cualquier región de la Argentina. El Diseño de esta Base de Datos permite cruzar información con diferentes criterios de búsqueda, de forma tal de obtener en forma rápida y de manera precisa la información que se requiera.
Adicionalmente, la resolución SENASA 778/04 establece que la detección de nuevas plagas debe comunicarse al Sistema Nacional de Vigilancia y Monitoreo antes de la divulgación del hallazgo por cualquier otro medio. Para ello en la página web del SINAVIMO se encuentra disponible un formulario oficial para ser completado en caso de detectarse una nueva plaga en el territorio Nacional.

Participan del SINAVIMO una amplia y variada cantidad de expertos en protección vegetal quienes trabajan en las diferentes instituciones y organizaciones en distintos puntos del país (INTA, universidades, institutos de investigación, gobiernos provinciales, entre otros, y se interrelacionan con científicos e investigadores. Resulta de suma importancia que ante cualquier duda o sospecha de presencia de nuevas plagas o cambios en la situación de las plagas ya presentes, se contacte a alguno de los expertos de la red a fin de ser asesorado y cumplir con las normas nacionales.

PREVENCIÓN DEL DAÑO

PREVENCIÓN DE LA INTRODUCCIÓN, EL ESTABLECIMIENTO Y LA DISPERSIÓN DE INSECTOS EXÓTICOS

Los insectos plaga suelen ser organismos oportunistas, y muchas especies tienen una gran capacidad de dispersarse y buscar nuevos hospedantes (es decir, un organismo que alberga a otro en su interior o que lo porta sobre sí, otorgándole alimento y/o protección). En el caso de plagas forestales, los huéspedes son los árboles. El movimiento de bienes y personas es uno de los principales vectores que contribuyen con la propagación de insectos, y ha sido el motivo de numerosas introducciones de especies exóticas en nuevas localidades. En la Patagonia, la gran mayoría de los insectos que dañan a las plantaciones son especies exóticas, por lo que toman una gran relevancia las actividades preventivas que eviten la introducción de nuevas especies, o la expansión de las especies existentes a nuevas áreas no colonizadas.

Uno de los medios que promueve el movimiento de insectos plaga y su introducción en nuevas localidades es el comercio de plantas vivas utilizadas, por ejemplo, para la jardinería. En este contexto, resulta de gran importancia obtener plantas libres de plagas. Para esto se deben evitar las plagas en los viveros forestales, ya que pueden suministrar plantas que pueden dispersar estos insectos por todo el territorio. Resulta fundamental adquirir material sano y monitorear cuidadosamente la condición de las plantas. De ser posible, se debe mantener el material vegetal nuevo separado del área de cultivo durante un período de observación, con el fin de prevenir la introducción de plagas en el vivero.

Muchas especies poseen además la capacidad de dispersarse a través de madera u otros productos forestales. En este sentido, se debe minimizar el movimiento de las plagas desde las plantaciones, mediante la planificación cuidadosa de las actividades de cosecha, almacenamiento y transporte de la madera. Se puede prevenir el movimiento de las plagas desde la plantación hasta el sitio de procesamiento de la madera, prestando atención durante el marcado y la corta de la madera (Figura 2). Es importante que el personal se encuentre formado para el reconocimiento de las plagas, y que consecuentemente notifique la presencia de organismos no habituales y los síntomas presentes en los árboles enfermos o infestados. También es deseable que el personal involucrado en la cosecha se encuentre formado para la aplicación de prácticas que reduzcan el riesgo de que las plagas se desplacen a otras ubicaciones. Finalmente, es responsabilidad del productor evitar sacar de la plantación, material que estuviese infestado o que existan sospechas sobre esto. Debido a que los insectos no saben de fronteras o límites de propiedad, estas

prácticas que pueden brindar beneficios en el corto plazo, actuarán en detrimento de la actividad en el mediano y largo plazo para la región y el propio productor, por ejemplo, debido a la pérdida de mercados, las dificultades en la certificación o el desprestigio.

Las plagas también pueden dispersarse de una ubicación a otra durante el movimiento de los equipos de preparación del suelo o la realización de actividades silvícolas rutinarias, como la poda y el raleo. Por lo tanto, es muy importante limpiar y desinfectar los equipos adecuadamente. Cuando se trabaja en zonas infectadas por enfermedades de importancia cuarentenaria, los equipos, las herramientas, el calzado y los neumáticos, deberían ser limpiados antes de su utilización con un producto desinfectante como el alcohol industrial, para eliminar restos de suelo y materia orgánica. En tanto, se puede utilizar la esterilización con fuego para algunas herramientas. Si no se dispone de ninguna de estas opciones, la limpieza enérgica con vapor o jabón reducirá los riesgos.

Se debe asegurar que los equipos que se utilicen para transportar la madera desde la plantación hasta el aserradero se limpien, con el objeto de eliminar cortezas, restos de plantas y suelo inmediatamente después de la descarga, reduciendo así el riesgo de dispersión accidental de las plagas. Si se transporta madera infestada, se deben utilizar camiones cerrados para minimizar el riesgo de escape de la plaga. Los rollizos deben ser procesados cuidadosamente en los aserraderos, de modo de reducir las potenciales poblaciones de plagas y minimizar las oportunidades de que las mismas ataquen la madera. Puede ser útil descortezar los rollizos en caso de que la madera no sea aserrada en el corto plazo. Los tratamientos de post-cosecha son muy variados. Los productos tratados destinados a la exportación deberían aislarse para minimizar el riesgo de que se infesten luego del tratamiento. Estos, a su vez, deberán seguir cuidadosas pautas trazadas por las autoridades sanitarias tanto en el origen como en el destino. La corteza y otros productos residuales deberían recogerse y almacenarse en condiciones de seguridad para su posterior utilización o su eliminación segura. Resulta común observar la presencia de plagas en los residuos y materiales de desecho, por lo que estos deben procesarse adecuadamente para evitar la dispersión de las mismas.



Figura 2. Resulta de gran importancia minimizar el movimiento de plagas durante las distintas fases del procesamiento de la madera, tales como la cosecha (izquierda) y procesamiento en aserraderos (derecha). Fotos: V. Lantschner.

Planificación y manejo silvícola

El manejo silvícola es una de las acciones preventivas de mayor importancia en las estrategias globales de sanidad forestal. El riesgo de tener problemas sanitarios se puede reducir considerablemente a través de la selección de las especies y variedades adecuadas para el sitio. Teniendo en cuenta las características del suelo y las condiciones climáticas, se puede seleccionar el material adecuado para plantar con el fin de reducir el estrés de las plantas y la susceptibilidad al ataque por plagas. Adicionalmente es necesario conocer las plagas presentes en la región, de modo de elegir especies y variedades forestales con mayor resistencia. La mayoría de las especies forestales cultivadas en la región son exóticas y las plagas que las afectan suelen serlo también, posiblemente formando parte de la fauna natural en el área de origen; por lo tanto, estas plagas pueden aún no haber arribado a la región donde se realizará la plantación. Además, el manejo silvícola, fundamentalmente asociado a la aplicación adecuada de podas y raleos, permite obtener mejores crecimientos y mayor vigor de los árboles reduciendo de este modo la susceptibilidad al ataque de plagas. Mediante esta acción se busca promover las condiciones necesarias para lograr un crecimiento vigoroso y permanente de los árboles, evitando situaciones de estrés por competencia (debido a la falta de agua, nutrientes y luz). Si las prácticas silvícolas no son realizadas adecuadamente pueden generar impactos negativos al debilitar a los arboles remanentes (por ejemplo, lastimando las plantas durante la cosecha).

REDUCCIÓN DEL DAÑO

Desde le puno de vista aplicado, el manejo de las plagas forestales es una cuestión de base numérica, ya que persigue reconstruir los factores que regulan la cantidad de insectos presentes en el cultivo para reducirla de manera sostenida. La magnitud de esta reducción está definida por el *daño económico* que se está dispuesto a tolerar, que se determina a través de la estimación del "umbral de daño económico". Un ejemplo de este objetivo lo constituye el control biológico clásico, en donde un enemigo natural de la plaga es introducido en los cultivos afectados, recomponiendo de este modo factores de mortalidad ausentes en el nuevo ambiente. Un programa de control biológico clásico exitoso es aquel en donde este enemigo natural mantiene, al menos durante el turno del cultivo, a la plaga por debajo del umbral de daño económico.

Sin embargo, los clásicos cálculos agronómicos sobre daño económico pueden ser inaplicables en el ámbito forestal. Esto es en parte, por la extensa longevidad de los árboles y por la particular dinámica poblacional de muchos insectos forestales, los cuales presentan fases endémicas de baja densidad y fases epidémicas de alta densidad con efectos severos sobre el recurso. En este contexto, las acciones de manejo deben procurar evitar la aparición y/o reducir la probabilidad de ocurrencia e impacto durante los denominados estallidos poblacionales. La base para el desarrollo de un programa de manejo exitoso de una plaga, requiere conocer cabalmente la dinámica del sistema plaga-cultivo, y de cómo y cuándo pueden aplicarse acciones específicas de manejo.

Habitualmente, para reducir la densidad de una plaga se utilizan controles de tipo mecánico, biológico, de manipulación comportamental y químico (Figura 3). Es importante notar que en términos generales no existen protocolos universales y fijos para el manejo

de una determinada especie problema. Por un lado, la elección de los métodos deberá ser oportunamente evaluada en base a criterios relacionados con la escala espacial (prácticas locales o en grandes extensiones), temporal (el tiempo transcurrido desde el ingreso de la plaga) y las características de la población (por ejemplo, si se hallan en fase endémicas o epidémicas). Por otro lado, y considerando que en general los problemas sanitarios son de carácter regional, el plan de manejo para un predio específico debe ser compatible con los programas desarrollados por los organismos oficiales de manejo, promoviendo de este modo, una sinergia entre las acciones. En este aspecto, se resalta la importancia de una fluida comunicación entre los organismos oficiales (por ejemplo, SENASA, direcciones provinciales de bosques y los productores individuales o agrupados) a fin de consensuar agendas y protocolos.

MÉTODOS PARA EL MANEJO DE LA SANIDAD

Control mecánico o físico

El control mecánico o físico suele comprender las técnicas más antiguas y simples que consisten en la remoción y destrucción de los insectos y partes de los árboles infestados. La aplicación de estas técnicas suele demandar una importante cantidad de mano de obra, por lo que su aplicación suele ser acotada y efectiva principalmente cuando la plaga se encuentra a baja densidad, en superficies pequeñas o en combinación con otros métodos de control. Comúnmente se basa en la extracción de todos o una porción de los árboles infectados, y su destrucción mediante el trozado, chipeado, enterrado o quemado.

Control biológico

El control biológico se basa en el uso de enemigos naturales del insecto plaga y es un componente clave del MIP. Los organismos que son utilizados comúnmente se clasifican en *parasitoides* (especie cuyas larvas se desarrollan alimentándose de otros insectos), *depredadores* (especie que persigue y consume una presa), *patógenos* (especie externa que se aloja en otro organismo causando enfermedades o daños) y *competidores* (especie que consume los mismos recursos que la plaga). Estos agentes de control provienen de una gran variedad de grupos taxonómicos, incluyendo insectos, ácaros, nematodos, hongos y bacterias. Los virus también pueden actuar como control biológico, aunque estrictamente no se consideran organismos. Dentro de las distintas opciones, el **control biológico clásico** es la técnica más utilizada en el ámbito de la sanidad forestal. Se basa en la importación y cría de enemigos naturales específicos desde sus áreas nativas hacia las de la presencia de la plaga, y busca recomponer, al menos en parte, los factores de mortalidad de la especie problema. Una técnica alternativa es el **control biológico aumentativo**, el cual busca aumentar la cantidad de enemigos naturales presentes en un área afectada para que controlen efectivamente a la plaga. Otro objetivo de esta misma estrategia es la liberación periódica de enemigos naturales ausentes en la zona afectada, para contribuir a que se establezcan permanentemente. Por último, el **control biológico conservativo** implementa medidas para mantener alta la abundancia de los enemigos naturales presentes en el área.



Figura 3. Ejemplos de control de plagas. Izquierda: control físico a través del raleo sanitario. Derecha: control biológico a través de la liberación de enemigos naturales. En la fotografía, un ejemplar hembras de la avispa *Megarhyssa nortoni*, parasitoide de *Sirex noctilio*. Fotos: V. Lantschner.

Manipulación comportamental

La manipulación comportamental implica el uso de estímulos (señales químicas, visuales o auditivas) que normalmente regulan el comportamiento de los insectos. Por ejemplo, el hecho de que muchos lepidópteros (mariposas y polillas) son atraídos por la luz ultravioleta, ha sido utilizado con éxito para controlar el gusano del tabaco (*Manduca sexta*). Los adultos son capturados mediante trampas de luz, y en algunos casos, el uso de esta técnica ha permitido reducir el uso de insecticidas hasta en un 90%. Aunque estímulos visuales y auditivos han sido utilizados con éxito en numerosas ocasiones, el olfato es probablemente la vía más efectiva y utilizada para guiar el comportamiento de un insecto con un objetivo específico. Los compuestos químicos volátiles (feromonas, kariomonas, etc.), pueden utilizarse no sólo para el monitoreo sino también para el control de la plaga. Existen enfoques que involucran el uso de semioquímicos, que incluyen capturas masivas de insectos plaga (utilizando feromonas), la anti-agregación de los individuos (utilizando feromonas producidas por las plagas que evitan la agregación de la plaga), y la confusión sexual (utilizando feromonas sexuales para la disrupción del ciclo reproductivo de la plaga).

Control químico

El control químico se basa en el uso de productos de síntesis química. A pesar de los recientes avances en las técnicas de fumigación aérea, resulta muy difícil de evitar la alteración que producen en la fauna silvestre y los suelos. En los sistemas forestales esta estrategia no es común como en los agrícolas, debido a la complejidad y a las escalas espaciales y temporales que involucra. Actualmente, la mayor parte del uso de los productos químicos para el control de insectos forestales se limita a áreas muy acotadas, como viveros forestales, huertos semilleros o zonas de alto valor de recreación. No obstante, en zonas productivas, por ejemplo, se utilizan en forma eficiente productos específicos para el manejo de hormigas cortadoras.

El control químico merece una mención especial sobre el manejo de los productos y la seguridad del operario. Se debe considerar lo siguiente:

- La orden técnica de aplicación de los agroquímicos la debe dar personal capacitado en el tema (Ing. Forestal y/o Ing. Agrónomo). Debe quedar por escrito, con la firma del profesional, la orden técnica donde se detalle el producto que se debe aplicar, la forma de aplicación, la dosis, el momento y el tiempo de re-ingreso al sector donde se aplicó el producto.

- El transporte del agroquímico se debe realizar en su envase original, en un vehículo que tenga caja abierta y perfectamente sujetada a la misma.

- Los agroquímicos se deben guardar bajo llave y solo el encargado debe tener acceso a la misma. El depósito debe ser preferentemente construido con material sólido, ventilado, con piso de cemento, zócalo, techo y material. Es recomendable, para los predios en donde se manipula gran cantidad de productos, que existan estanterías, mesada para fraccionamiento, elementos de medición y un sector de lavamanos, lavaojos y ducha de emergencia en el exterior. Los productos sólidos se almacenan en la parte superior de la estantería y los líquidos en la parte inferior.

- Siempre se deben seguir las indicaciones del marbete.

- El personal que participa en cada una de las etapas debe ser capacitado y entrenado para la correcta aplicación del producto y se le debe suministrar los elementos de protección personal adecuados para la tarea.

- Se debe capacitar al personal en cómo actuar en caso de emergencia (intoxicación).

- Asimismo, tomar los recaudos necesarios para que, al momento de lavar el equipo de aplicación del producto y los EPP, no se contaminen fuentes de agua cercanas y el suelo.

PRINCIPALES ESPECIES DE INSECTOS PLAGA DE LAS PLANTACIONES DE LA PATAGONIA

A continuación se describen las principales especies de insectos forestales con impacto económico en la región patagónica. Adicionalmente, en la Tabla 1 se enumeran las especies de insectos forestales registradas en dicha región. Gran parte de estas especies han sido descriptas en áreas muy acotadas o generando daños menores, por lo que no son consideradas en la actualidad plagas de importancia, pero no se descarta su potencial impacto en el futuro.

AVISPA DE LOS PINOS *Sirex noctilio*

Descripción

Sirex noctilio es una avispa solitaria originaria de Europa y África que en los últimos 100 años ha invadido varias regiones del mundo en donde crecen o se cultivan especies de

pino. Los adultos poseen un cuerpo robusto de forma cilíndrica con una longitud que oscila entre 9-36 mm. La hembra es de color azul metálico, con patas color ámbar y una espina terminal en forma de aguja y posee un ovipositor que les permite perforar la madera de los árboles reiteradamente e introducir los huevos dentro de la madera junto a un veneno y las esporas de un hongo. El macho posee el abdomen amarillo anaranjado (figura 4).

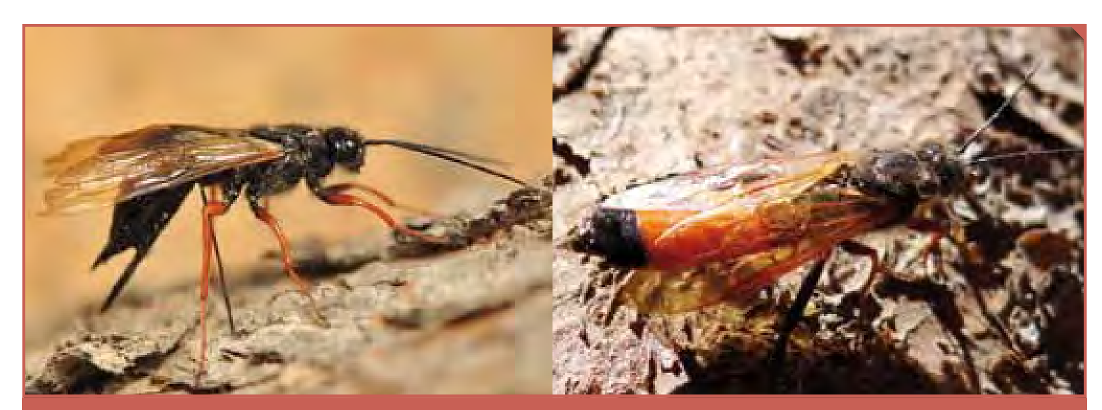


Figura 4.Hembra (izquierda) y macho (derecha) de *Sirex noctilio*. Fotos: Banco de imágenes INTA y V. Lantschner.

Las hembras adultas introducen en el tronco de los árboles vivos los huevos junto con esporas de un hongo degradador de la madera (Amylostereum areolatum), así como también un veneno producido por las glándulas accesorias del aparato genital. En forma conjunta, causan la muerte total o parcial de los árboles. El hongo crece dentro de la madera y cuando los huevos de la avispa eclosionan, las larvas empiezan a horadar galerías en el tronco, y se alimentan de este hongo. Normalmente, al año de colocado el huevo, las larvas están en condiciones de emerger, aunque en algunas regiones como la Patagonia, pueden tardar hasta tres años. Así, los adultos emergen de los árboles, dejando un orificio considerable en la corteza. Como adultos tienen una corta vida y no se alimentan (figura 5). Las larvas son cilíndricas, de color blanco-amarillento, con tres pares de patas cortas y con una espina oscura en el extremo distal del abdomen. El tamaño es variable y puede alcanzar al final del desarrollo un largo máximo de 30 mm. Durante su desarrollo forman galerías dentro de la madera, dejando el duramen lleno de aserrín.

Sirex noctilio posee un período de vuelo breve, abarcando el verano y parte del otoño. Durante los meses más fríos las larvas y pupas que no emergieron permanecen dentro de la madera de los árboles. El hecho de estar durante parte de su ciclo de vida dentro de la madera favorece fuertemente su movimiento hacia zonas distantes, por el comercio de la misma. Además, las hembras tienen una gran capacidad de dispersión mediante el vuelo, especialmente los individuos de mayor tamaño, recorriendo distancias diarias de hasta 50 km/día en condiciones de laboratorio. Se han encontrado hembras en ambientes carentes de árboles a una distancia de 4 km de las plantaciones.

En las áreas de distribución original, *Sirex noctilio* puede atacar a una variedad de géneros de coníferas (*Larix, Picea, Abies, Pseudotsuga* y *Araucaria*). Sin embargo en la Patagonia se han registrado ataques únicamente en *Pinus*: pino murrayana (*Pinus contorta* var. *La-*



Figura 5. Ciclo de vida de *Sirex noctilio* (adaptado de: Ryan y Hurley, 2012).

tifolia) , pino ponderosa (*P. ponderosa*), pino radiata (*P. radiata*), pino silvestre (*P. sylvetris*) y pino banksiana (*P. banksiana*), con una marcada preferencia por pino murrayana. Las hembras, atacan principalmente los árboles suprimidos, deformados o debilitados, aunque también pueden afectar a árboles vigorosos. Los ejemplares atacados son en general árboles de 7 a 10 años. *Sirex noctilio* presenta una dinámica del tipo "pulso eruptivo", por el cual las poblaciones pueden permanecer durante largos períodos con una densidad endémica, en donde el daño en las plantación es mínimo (<3% de los árboles), y repentinamente alcanzar una densidad epidémica, causando daños muy elevados.

Síntomas, signos y daño

El follaje de los árboles comienza a tornarse amarillo (clorosis) luego de 5 a 10 días de las primeras ovoposiciones. Al cabo de varias semanas, una gran proporción de los árboles atacados muere, con la caída posterior del follaje. No obstante, se registran ataques en árboles que no mueren y no desarrollan la típica clorosis o la desarrollan en un sólo hemisferio del árbol. Los árboles atacados recientemente presentan gotas de resina en el tronco y en las ramas donde la avispa introdujo el ovipositor, y también se pueden encontrar hembras o restos del abdomen en el tronco y ramas (figura 6). Cuando los adultos emergen, se observan perforaciones circulares (entre 1,5-7 mm de diámetro). Dentro del tronco se observan galerías en la albura con aserrín bien compactado.
Figura 6.Árboles con ataques de *Sirex noctilio*. Izquierda: tronco de pino con ataques recientes, en el que se observan gotas de resina en el tronco. Derecha: tronco de pino con agujeros de emergencias de adultos. Fotos: V. Lantschner.



Figura 6. Árboles con ataques de *Sirex noctilio*. Izquierda: tronco de pino con ataques recientes, en el que se observan gotas de resina en el tronco. Derecha: tronco de pino con agujeros de emergencias de adultos. Fotos: V. Lantschner.

Distribución regional e importancia

Sirex noctilio constituye la principal plaga forestal de la región y fue encontrada por primera vez en 1993 en plantaciones de la zona de San Carlos de Bariloche. Actualmente se encuentra distribuida en toda la región patagónica, habiendo sido registrada en plantaciones de pino radiata, pino ponderosa, y pino murrayana desde el norte del Neuquén hasta el centro-sur del Chubut. También fue observada en árboles ornamentales de Santa Cruz. Su importancia reside en las pérdidas económicas ocasionadas por la muerte de las plantas y la destrucción de la madera afectada. En algunas plantaciones, el nivel de ataque ha llegado al 80% de los árboles durante los estallidos poblacionales.

Manejo y control

Las estrategias de manejo de *S. noctilio* bajo el esquema del MIP, comprenden la integración de actividades de manejo silvícola y sanitario de las plantaciones (podas, raleos silvícola, raleo sanitario) y control biológico mediante enemigos naturales (avispas parasitoides y un nematodo).

Manejo preventivo

Una forma muy efectiva de prevenir el ataque de *S. noctilio* es a través de un manejo silvícola adecuado. Las podas deben practicarse durante la época de detención del crecimiento vegetativo de las plantas y no deben ser excesivas. Los raleos también deben practicarse en tiempo y forma evitando dañar a las plantas que permanecen en el rodal.

Control mecánico

El raleo sanitario de los árboles atacados ha demostrado ser otra herramienta eficaz para reducir la prevalencia de la plaga en un determinado sitio. La táctica consiste en el apeo

de los árboles de una plantación que estén atacados, desde los muertos (árboles con agujeros de emergencia viejos) hasta los de ataque dudoso y con síntomas como gotas de resina pequeñas en el tronco. El raleo sanitario puede ser exhaustivo, buscando a los individuos afectados y a aquellos que presenten riesgo de ataque (individuos oprimidos o estresados) o bien semi-exhaustivo, para lograr el descenso fuerte de la prevalencia de modo de facilitar las posteriores acciones de control.

Control biológico

El control biológico sigue las pautas del control clásico. Comúnmente se utiliza una especie de parásito y varias especies de parasitoides. El nematodo parásito *Beddingia (=Deladenus)* siricidicola es uno de los agentes de control biológico más usado y es la elección en la mayoría de los países. El rasgo característico de la infestación por el nematodo es la atrofia de ovarios de las hembras que las esteriliza. *B. siricidicola* es un ejemplo de parasitismo facultativo con alternancia de generaciones ya que presenta un ciclo de vida dimórfico: entomoparasítico dentro de larvas de *S. noctilio* o micetófago libre en la madera, alimentándose del hongo *Amylostereum areolatum* permitiendo así su cultivo y cría masiva en laboratorio. El ciclo parasítico es el mecanismo por el cual el nematodo es transferido a nuevos árboles. De esta forma la avispa representa al vector que dispersa al nematodo en las forestaciones junto con el hongo simbionte.

Asimismo, se utiliza un grupo de avispas parasitoides que incrementan la mortalidad de la plaga. Existen tres especies de avispas parasitoides que controlan a *S. noctilio* (Figura 7). *Ibalia leucospoides* es un importante agente de control por su plasticidad, buena capacidad reproductiva y rápida dispersión. El arribo a nuestro país se produjo en forma conjunta con la plaga y se ha establecido en gran parte del territorio. Si bien los valores medios de parasitismo logrado alcanzan entre un 20% y 40%, no ha sido demostrada aún su eficacia en términos de supresión y regulación de las poblaciones de la plaga. Los parasitoides *Megarhyssa nortoni* y Rhyssa persuasoria fueron introducidos entre 2005 y 2009, en las provincias de Río Negro y Neuquén. *Megarhyssa nortoni* se ha establecido en numerosas áreas de la región, aunque su impacto sobre la plaga no ha sido aún cuantificado. En cambio, R. persuasoria, no habría logrado establecerse en la región.



Figura 7. Avispas parasitoides utilizadas para el control biológico de *Sirex noctilio*. Izquierda: *Ibalia leucospoides*. Derecha: *Megarhyssa nortoni*. Fotos: V. Lantschner.

Estrategias de monitoreo y control de la plaga

Estas estrategias varían en función a las escalas espacial (predial o regional) y temporal (el tiempo transcurrido desde su ingreso) que se desean abordar. A nivel predial, las actividades para la detección temprana de la plaga en predios no infectados se basa generalmente en el monitoreo. Se pueden realizar relevamientos visuales periódicos de las plantaciones en busca de árboles con síntomas de infección a través de transectas. También ha sido ampliamente utilizada la instalación de parcelas de árboles trampa. Esta técnica, consiste en el debilitamiento artificial de 5 a 6 árboles mediante la inoculación de herbicidas en la base del tronco. Se debe prestar especial atención al transporte, almacenaje y manipulación del herbicida, seguir las indicaciones del marbete y utilizar en todos los casos los elementos de protección personal recomendados por el fabricante. En pocas semanas, los cambios fisiológicos producidos por el herbicida en los árboles, hacen que sean más atrayentes para *S. noctilio*, aun cuando la plaga se encuentra en muy bajas densidades. De esta manera, es posible detectar tempranamente a la avispa. Otra metodología para la detección temprana es el uso de trampas cebadas.

En plantaciones en las que *S. noctilio* ha sido detectada pero se encuentra a bajas densidades en la fase temprana de colonización (<3% de los árboles atacados), se sugiere monitorear la plaga (trampas, monitoreos visuales, sistemáticos, mapeo de las zonas afectadas). También es deseable implementar un programa de manejo que incluya tareas silviculturales tanto en las áreas afectadas como en las libres de la plaga, así como también un programa de manejo biológico. En las plantaciones donde se ha detectado la presencia de la plaga, es recomendable la reducción del foco de infección mediante la eliminación *in situ* (quema total o enterrado) de los árboles que presenten síntomas. De esta manera, se procurará una disminución efectiva del número de adultos que emerjan en las próximas temporadas. También se ha sugerido la inmediata inoculación del nematodo parásito Beddingia siricidicola. En forma simultánea, son necesarias la colecta y cría de material infestado en jaulas con el fin de realizar evaluaciones periódicas del material inoculado con el nematodo, ya que el éxito de la infección es muy sensible a la calidad de la cepa, a la manipulación del material y a la adecuación de la técnica de inoculación. La presencia de los parasitoides *Ibalia leucospoides*y *Megarhyssa nortoni* también pueden favorecer la reducción de las poblaciones de *S. noctilio*.

La estrategia a adoptar en plantaciones afectadas en las que la plaga se encuentra establecida, es ligeramente distinta a la sugerida con anterioridad. En estos casos, resulta poco viable la idea de erradicación de la plaga, por lo que las acciones deben estar orientadas a prevenir su dispersión, hacia otras plantaciones libres o colonizadas, y a la implementación de un programa de control biológico. Las tareas silviculturales tendientes a un aumento del vigor de la plantación deben estar concentradas en zonas próximas al foco de infección, en lugar de ser realizadas en el foco. Resulta muy importante el control del corte y la extracción de madera de las zonas infestadas, aun cuando no se observen agujeros de emergencia. Esto es porque su traslado representa una de las vías más efectivas para la dispersión la plaga. Es fundamental que la madera afectada reciba algún tipo de tratamiento adecuado para asegurar la muerte del insecto en el interior (quema hasta cenizas, enterrado o chipeado), pues las avispas continúan su desarrollo en las plantas apeadas y la madera aserrada.

Las estrategias de manejo a escala predial contribuyen, sin duda, con el manejo regional de la plaga. Sin embargo, ciertas acciones escapan a las posibilidades ejecutivas de productores individuales o grupos de ellos, por lo cual el papel de los entes de control y fiscalización es fundamental. Es de vital importancia contar con un plan de manejo adecuado de la problemática que representa *S. noctilio*.

CAJA 2

Caja 2. Plan nacional de monitoreo de la avispa *Sirex noctilio*

El SENASA, con apoyo técnico del Grupo de Ecología de Poblaciones de Insectos (INTA Bariloche)y del Programa de Sustentabilidad y Competitividad Forestal de la Unidad para el Cambio Rural (UCAR), implementa desde 2015 un plan de monitoreo nacional de *Sirex noctilio*. El plan se implementará en todas las ecorregiones con cultivos de pinos del país, y su objetivo es generar información sólida sobre de la dinámica de las poblaciones de la avispa en el tiempo y el espacio, y estimar su impacto sobre el recurso forestal, a fin de contribuir con la ejecución y/o re-dirección de estrategias de manejo específicas. El mismo consta de la instalación de una red de trampas cebadas, las cuales serán controladas regularmente. El principal producto del monitoreo será una base de datos georreferenciada de la variación temporal de la abundancia relativa de *S. noctilio*, y sus enemigos naturales, para la Argentina. Así mismo se espera como productos secundarios, la posible detección de nuevas plagas, e información para la caracterización ecológica regional de las poblaciones de *S. noctilio*.

AVISPA TALADRADORA DE LA MADERA *Urocerus gigas*

Descripción

Son avispas de cuerpo cilíndrico, de 10 a 40 mm de longitud. Las hembras presentan un abdomen amarillo con una banda negra en el medio, y tienen un ovipositor, a través del cual insertan sus huevos en la madera. Los machos adultos son de menor tamaño y presentan un abdomen amarillo en el centro y negro en la base y extremo de la cola. Las alas son membranosas, transparentes y de color ámbar (figura 8). Las larvas son color blanco crema, de forma cilíndrica, pueden medir hasta 30 mm de largo, y presentan una espina oscura al final del abdomen. Las larvas pueden permanecer hasta 3 años dentro de la madera, antes de emerger como adultos. Mantiene una simbiosis con el hongo degradador de la madera *Amylostereum chailletii*, del cual las larvas se alimentan. Los machos poseen manchas amarillas detrás de los ojos compuestos, carácter macroscópico que permite distinguirlos rápidamente de los machos de *S. noctilio*.



Figura 8.Hembra de *Urocerus gigas*. Foto: P. Klasmer.

Síntomas, signos y daños

Ataca árboles y/o troncos, muertos o muy debilitados. Las larvas se alimentan de la madera y forman galerías que inutilizan la madera o bien deprecian su valor comercial. Se observan orificios circulares de emergencia de adultos de 3 a 8 mm de diámetro (figura 9). Se pueden encontrar también larvas, pupas, exuvias y restos de adultos en la albura.



Figura 9. Tronco con agujeros de emergencia de adultos de *Urocerus gigas*. Foto: P. Klasmer.

Distribución regional e importancia

Se encuentra distribuida prácticamente en toda la región patagónica. Es una plaga cuya importancia reside en la pérdida de calidad de la madera y del volumen maderable. Adicionalmente el hongo simbionte produce manchas azules craqueladas en la madera. Por estos motivos es más un problema para el aserradero (por ejemplo en madera acanchada) que para plantaciones forestales en pie.

Manejo y control

Manejo preventivo

La forma más efectiva de prevenir el ataque es hacer un rápido uso y movimiento de la madera en los sectores de explotación o raleos con presencia de la avispa. También resulta importante extraer los residuos de las podas y raleos luego de las intervenciones silvícolas o antes del comienzo del período de vuelo de la avispa.

Control manual

Otra opción de manejo es a través de la eliminación física de larvas, pupas y adultos, y mediante la quema hasta cenizas, chipeado o enterrado de troncos atacados.

Control biológico

Son poco conocidos los aspectos del control biológico de esta plaga en la región. Se ha observado el parasitismo por la avispa parasitoide *Ibalia leucospoides*, desconociéndose su efectividad.

HORMIGA CORTADORA *Acromyrmex lobicornis*

Descripción

Las obreras son de color negro pardusco, de aproximadamente 1 cm de largo. En la base de las antenas tienen un lóbulo o protuberancia y en el tórax 4 o 5 pares de espinas, sien-

do el primer par más largo que el tercero. En el abdomen poseen numerosos tubérculos puntiagudos (figura 10).El hormiguero posee generalmente un túmulo externo subcónico, formado por tierra suelta sobre la que se encuentran fragmentos de hojas secas y palitos entrecruzados, que les confieren un aspecto reticular. Los nidos adultos pueden tener 3 a 5 caminos por donde transitan activamente las hormigas (senderos de forrajeo), con hasta 3 ramificaciones cada uno y el túmulo puede alcanzar 1 m de diámetro y 1 m de altura. A una distancia de entre 1,5 y 3 m del túmulo, en la superficie del suelo, se pueden encontrar una o varias acumulaciones irregulares y achatadas de desechos orgánicos (cadáveres de hormigas, residuos vegetales y fúngicos), de color pardo-rojizo, que constituyen los "basureros" (figura 11). En el interior del hormiguero se encuentra, en general, una cámara de gran tamaño de cultivo de hongos (honguera principal), a no más de 1 m de profundidad, relacionada con otras de menor tamaño yuxtapuestas. El hongo es cultivado sobre las hojas cosechadas para su alimentación. Habitan ambientes abiertos y áridos, con preferencia por sectores disturbados, ubicados en los bordes de las rutas o en las márgenes de los ríos.



Figura 10. Hormigas forrajeras de *Acromyrmex lobicornis*. Foto: Analía Mattiacci.



Figura 11. Nido (izquierda) y basurero (derecha) de *Acromyrmex lobicornis*. Foto: Romina Dimarco.

Síntomas, signos y daños

Se observa la pérdida de acículas y acículas cortadas tanto en plantines como en árboles jóvenes. Las acículas son cortadas en la base o bien a distintas alturas aunque no parece ocurrir en su parte distal. El primer signo de la defoliación es una especie de pre-marcado o «troquelado» por donde luego se producirá el corte de la acícula (figura 12). Los daños son el resultado de la poda que efectúan para transportar los fragmentos vegetales que necesitan para mantener la honguera. Pueden ocasionar disminución en el crecimiento o la muerte de plantines. Se la identifica por la presencia de hormigueros en el suelo (figura 12).



Figura 12. Daño causado por *Acromyrmex lobicornis* sobre pino joven. Izquierda: se observa la presencia de un nido junto al árbol, y defoliación en las ramas inferiores. Derecha: Detalle de la defoliación en una rama.

Distribución e importancia

Esta hormiga posee una gran densidad de nidos en toda la región forestada del NO de la Patagonia, especialmente en áreas de secano, y se halla en proceso de expansión hacia el SO de esta región. Se alimenta de hojas de pino ponderosa, pino murrayana y pino oregón (*Pseudotsuga menziesii*), siendo las dos primeras las preferidas. Prefiere hojas jóvenes y generalmente ataca plantines (3-4 años), aunque también puede atacar plantas de mayor edad (12-15 años).

Manejo y control

Manejo preventivo

La planificación y el manejo silvícola de las forestaciones son herramientas importantes que puede contribuir al manejo de *A. lobicornis*. Por ejemplo, la selección de las especies forestales que muestren mayor resistencia al ataque por esta hormiga, las condiciones del sitio de implantación o el diseño de las forestaciones son aspectos relevantes que contribuirían significativamente al manejo de la plaga. Además, la conducción de plantaciones

abiertas, que permite un ambiente florístico más diverso de árboles y plantas herbáceas y arbustivas, ofrece a esta hormiga una mayor oferta de alimento que puede disminuir la presión de forrajeo sobre la especie forestal.

Control manual

Una manera de eliminar a los hormigueros consiste en la remoción mecánica del material de los nidos, seguido de la eliminación de la reina. Esto es efectivo en los hormigueros recién establecidos o muy pequeños, en los cuales la reina se encuentra ubicada a muy poca profundidad en el suelo, y en los que incluso la sola acción de remoción del hormiguero puede originar una crisis interna en la colonia, en donde gran parte de los individuos en estado inmaduro pueden morir.

Control químico

El control químico para eliminar las colonias de hormiga es el más utilizado, aunque no siempre los resultados han sido efectivos. El fracaso se debe muchas veces al desconocimiento que se tiene sobre la plaga y al mal uso de los productos. Una concentración elevada de un determinado producto puede alertar a las hormigas y producir el rechazo de los mismos. Los productos químicos utilizados para el control de estas hormigas son(a) polvos: generalmente insecticidas de contacto que deben ser insuflados en el hormiguero (por ejemplo deltametrina), (b) líquidos y gases: generalmente son insecticidas de contacto que son aplicados con equipos especiales para hacer llegar al producto a profundidades medias y su toxicidad puede ser elevada (por ejemplo clorpirifós) y (c) cebos granulados: representan la mejor opción para el control de esta hormiga, dado que pueden ser transportados fácilmente a todas las zonas del hormiguero, requieren un equipamiento mínimo y normas sencillas de aplicación. La utilización del control químico tiene la desventaja de que generalmente los productos deben ser aplicados más de una vez para eliminar definitivamente las colonias. Por ello es que debe insistirse en utilizar métodos alternativos de manejo, que disminuyan las posibilidades de ataque de estas hormigas, los costos de su combate y la contaminación del ambiente. Es importante que la recomendación de utilizar un control químico sea dada por un profesional de la materia. Se debe seguir las recomendaciones del marbete en cuanto al transporte, almacenaje y uso. Las personas que aplican estos productos tienen que utilizar elementos de protección personal recomendados por el fabricante y ser debidamente capacitadas.

Control biológico

Este método consiste en la utilización de los enemigos naturales de las hormigas, que pueden afectarlas a ellas directamente o al hongo que cultivan. La implementación de este control es beneficiosa porque puede disminuir la utilización de productos químicos. Hay varios enemigos naturales específicos de las hormigas. Algunos hongos entomopatógenos, como los del género *Beauveria* y *Metarhizium* (Ascomycota), atacan a las hormigas cortadoras y demostraron tener gran agresividad y desempeño en estudios de

laboratorio. En plantaciones de eucaliptos se obtuvieron resultados prometedores con la utilización de Beaveria bassiana para controlar *Acromyrmex*.

GORGOJO DE LA CORTEZA DEL PINO *Pissodes castaneus*

Descripción

Los adultos son de color pardo rojizo, y miden entre 6 y 9 mm de largo. La cabeza se prolonga en una especie de trompa, en cuya porción media se insertan las antenas. En el dorso poseen cuatro manchas transversales de color amarillento, ubicadas dos adelante y dos atrás, formadas por escamas. Las manchas posteriores son de mayor tamaño que las anteriores. Los machos y las hembras son morfológicamente similares pero pueden ser distinguidos por la estructura del abdomen y del rostro. En las hembras se puede visualizar bajo lupa siete segmentos abdominales mientras que en los machos pueden verse ocho (figura 13).Las larvas no tienen patas, son de color blanco curvadas sobre la parte ventral, con la cabeza de color castaño y miden hasta 1 cm de largo. Las pupas tienen sus apéndices libres y están protegidas por fibras de la madera que van acumulando a medida que construyen la cámara pupal, por debajo de la corteza (figura 13).Los adultos se alimentan para alcanzar la maduración sexual, consumen la corteza y horadan orificios hasta llegar a la savia introduciendo su trompa hasta la altura de los ojos compuestos. También se alimentan de yemas y brotes jóvenes hasta que alcanzan la madurez. Esta especie es capaz de desarrollarse en plantas apeadas, ramas de escaso diámetro y leña.



Figura 13. Adulto (izquierda) y larva (derecha) de *Pissodes castaneus*. Fotos: V. Lantschner.

Síntomas, signos y daños

Los síntomas más comunes son ramas altas con acículas de color amarillo rojizo, gotas de resina en la corteza, muerte progresiva de la planta desde arriba hacia abajo y descortezamiento de las porciones superiores a medida que el árbol se seca. Las larvas se alimentan del cambium y el floema, donde horadan galerías descendentes que alcanzan incluso el cuello de la raíz y anillan la planta. En las plantas jóvenes estas galerías se ubican preferentemente en la parte inferior y cuando el ataque es muy intenso adquieren forma estrellada. Genera cámaras pupales debajo de la corteza cubiertas por virutas de madera (figura 14). Prefiere atacar plantas jóvenes (entre 4 y 15 años). Si bien puede comportarse

como plaga primaria, es decir capaz de producir daños en árboles sanos especialmente en plantas con problemas de crecimiento en suelos pobres o cuando alcanza altas densidades, suele ser un insecto secundario, es decir aprovechando daños causados por insectos primarios. En este sentido, suelen atacar árboles ya afectados por la avispa *Sirex noctilio*. El daño principal se produce cuando las larvas horadan galerías para alimentarse del floema, resultando en el anillando de ramas y troncos tanto en plantas jóvenes como adultas. Las galerías se ensanchan a medida que la larva se desarrolla y son obstruidas por aserrín compacto y excrementos. Ataques reiterados pueden llevar a la muerte del árbol por anillamiento. En plantas adultas se ha observado el ataque en el ápice del árbol, provocando la muerte apical.



Figura 14. Cámara pupal y orificio de emergencia de *Pissodes castaneus* sobre tronco de pino murrayana. Foto: V. Lantschner.

Distribución e importancia

El insecto ha sido registrado ampliamente en plantaciones de Río Negro y Chubut, mientras que lo fue en menor medida en Neuquén. Es una de las plagas más recientemente detectada en la región (en 2005), si bien es probable que haya estado presente desde antes. Ha adquirido mayor importancia desde 2007, puesto que en algunas forestaciones

la situación sanitaria se ha agravado. Se han registrado ataques en plantaciones principalmente de pino murrayana, y en menor medida de pino radiata y pino ponderosa.

Manejo y control

Manejo preventivo

Es de gran importancia promover el crecimiento de árboles vigorosos mediante un manejo silvícola adecuado, de modo de reducir la disponibilidad de árboles susceptibles. Las lesiones causadas por podas inadecuadas suelen promover la liberación de compuestos químicos que atraen a la plaga. Por esta razón, se recomienda que la poda sea practicada únicamente en la época invernal, fuera del periodo de oviposición. Es recomendable también la eliminación de los restos de podas y raleos porque constituyen sitios de oviposición y refugio para los adultos. Cuando las poblaciones se encuentran a bajas densidades, se pueden utilizar trozas trampa (ramas y trozas con corteza), de modo de atraer a las hembras para que ovipongan sobre estas trampas que luego deben ser destruidas.

Control manual

Se utiliza el control mecánico mediante la eliminación y quema de plantas afectadas. El descortezado de las trozas impide que sean atacadas por este gorgojo.

MARIPOSITA EUROPEA DEL BROTE DEL PINO *Rhyacionia buoliana*

Descripción

Polillas pequeñas que miden entre 8 y 11 mm de longitud y entre 18 y 23 mm de expansión alar. La cabeza, el tórax y las patas son de color crema tornándose el abdomen más oscuro. El primer par de alas es de color rojizo con líneas transversales irregulares plateadas. El segundo par de alas es de color gris pardo con una franja más clara en su borde. Las larvas miden entre 1,5 y 20 mm de longitud, son de color pardo amarillento que se vuelve castaño oscuro a medida que transcurre el desarrollo. La cabeza y el escudete torácico son negros. El ciclo de vida es anual y en ambientes más cálidos puede llegar hasta dos generaciones por año. Las hembras depositan los huevos en las acículas, braquiblastos o brotes durante el verano. Estos huevos miden hasta 1 mm de longitud, son elipsoidales, de color amarillento y planas en su base. Cuando las larvas eclosionan se alimentan primeramente de la base de las acículas en la vaina del braquiblasto y luego penetran en las yemas consumiéndolas total o parcialmente. En el invierno las larvas entran en un estado de dormancia dentro de las yemas. Cuando se reinicia la actividad, las larvas migran hacia otras yemas penetrando en su interior y alimentándose de los tejidos de las yemas y brotes. La pupación ocurre en el interior de los brotes (figura 15).



Figura 15.Pupa de *Rhyacionia buoliana*.
Foto: P. Klasmer.

Síntomas, signos y daños

Los primeros síntomas consisten en el amarillamiento de la base de las acículas donde se alimentan las larvas, seguido del secamiento y muerte de las acículas afectadas. También se observan gotitas o grumos de resina, generadas cuando las larvas penetran en el interior de las yemas durante el verano. Luego, cuando se produce la elongación de las yemas y brotes, se observa una deformación de los mismos en forma de gancho. Posteriormente se observa el amarillamiento y enrojecimiento de brotes y yemas hasta que ocurre su caída (generalmente acelerada por la acción del viento). Se pueden observar exuvias de pupas incrustadas en las yemas y/o brotes. Los daños principales son la muerte de yemas y brotes y por lo tanto pérdidas de volumen y calidad de la madera. Cuando los órganos afectados se recuperan del ataque y continúan su crecimiento se producen deformaciones de diverso tipo y grado en el fuste y las ramas comprometidas (figura 16). Básicamente ocurren dos tipos de alteraciones en el crecimiento de la planta que están determinadas por la supervivencia de las yemas o brotes al ataque que origina deformaciones de diferente intensidad y la muerte de las yemas o brotes apicales. En este último caso puede ocurrir la competencia entre dos o más yemas laterales por la dominancia apical originando bifurcaciones en el fuste y fustes múltiples. La pérdida de crecimiento y el aspecto achaparrado de las plantas ocurre cuando los ataques son intensos y reiterados durante sucesivas temporadas. Debido a la menor cantidad de brotes laterales disponibles las plantas más jóvenes son las que corren mayor riesgo de sufrir daños. Las mariposas producen refugios de seda que es la forma en que se produce el ingreso a otras yemas. Estos refugios se ubican entre dos yemas laterales o entre una yema lateral y la yema terminal. La presencia de nuevos refugios adyacentes a yemas no dañadas durante la primavera indica la reanudación de la actividad luego del período invernal.



Figura 16. Pinos con bifurcación del fuste por ataque de *Rhyacionia buoliana*. Fotos: P. Klasmer.

Distribución e importancia

Esta especie se encuentra presente en la Patagonia desde 1979. Se han registrado daños en la mayor parte de esta región, pero la incidencia en la actualidad suele ser baja. Ataca principalmente a pino radiata, también a pino murrayana y en menor medida a pino ponderosa. Las plantaciones más susceptibles son aquellas entre 3 y 12 años. Los mayores daños de esta especie se han registrado especialmente en la década de los ´90. La importancia económica de esta plaga reside en la pérdida de productividad del rodal debida a las deformaciones fustales. Especialmente en rodales jóvenes y sin aplicación de métodos de control, se han registrado pérdidas de hasta 20% del volumen total a la cosecha.

Manejo y control

Control mecánico

Para plantaciones de menos de 3m de altura y en una superficie pequeña se puede efectuar el control mecánico. Éste consiste en la remoción de los brotes afectados mediante una tijera y su posterior quema.

Control biológico

El control biológico es la medida de control más efectiva. Se utiliza el endoparasitoide larval Orgilus obscurator (Hymenoptera, Braconidae), que ocasiona la muerte de las larvas cuando éstas alcanzan el sexto y último estadio. También se han identificado parasitoides nativos de huevos (*Trichogramma nerudai*) y de pupas (*Coccigomimus fuscipes*). Las aves y arañas son depredadores de los estados inmaduros.

Tabla 1. Especies de insectos que se alimentan de pináceas en la Patagonia. PR: *Pinus radiata*, PC: *Pinus contorta*, PP:*Pinus ponderosa*, PM: *Pseudotsuga menziesii*, PJ: *Pinus jeffreyi* (más información en Gómez *et al.* 2010).

ESPECIE	NOMBRE COMÚN	ORDEN	FAMILIA	SÍNTOMAS, SIGNOS Y DAÑOS	HOSPEDADOR
Eulachnus spp.	Pulgón de las acículas	Hemiptera	Aphididae	Clorosis y posterior desprendimiento de las acículas, pudiendo generar defoliación a altas densidades	PR, PC, PP
Cinara spp.	Pulgón del pino	Hemiptera	Aphididae	Debilitamiento, necrosis y desecamiento de las ramas infestadas, puede producir malformaciones en el ápice	PR, PC, PP
	Pulgón lanígero	Hemiptera	Adelgidae	Clorosis en ramas afectadas y desprendimiento de las acículas, pueden producir disminución del crecimiento y acortamiento de las acículas de los brotes infestados	*Pinus*
Ormiscodes spp.	Bicho de cesto	Lepidoptera	Psychidae	Defoliación, pudiendo comprometer el follaje de toda la planta	PR, PC
	Cuncuna	Lepidoptera	Saturniidae	Decoloración de la copa y defoliación, afectando el crecimiento de la planta	PC
Hylastes ater	Escarabajo de la corteza	Coleoptera	Curculionidae	Decoloración del follaje, yemas muertas, anillamiento a nivel del cuello y muerte de la planta en pie	PP, PC
Hylurgus lingiperda	Escarabajo de la corteza	Coleoptera	Curculionidae	Decoloración del follaje, yemas muertas, anillamiento a nivel del cuello y muerte de la planta en pie	PP
Orthotomicus laricis	Escarabajo de la corteza	Coleoptera	Curculionidae	Decoloración del follaje, yemas muertas, anillamiento a nivel del cuello y muerte de la planta en pie	PP
Pissodes castaneus	Gorgojo de la corteza del pino	Coleoptera	Curculionidae	Ramas altas con acículas de color amarillo rojizo, gotas de resina en la corteza, muerte progresiva de la planta desde arriba hacia abajo	PC, PR, PP
Rhyephenes maillei	Picudo o gorgojo	Coleoptera	Curculionidae	Desprendimiento de la corteza	PR, PP
Sirex noctilio	Avispa de los pinos	Hymenoptera	Siricidae	Clorosis progresiva de la copa, gotas y chorreaduras de resina en el tronco, ocasiona muerte del árbol	PC, PP, PR
Urocerus gigas	Avispa taladradora de la	Hymenoptera	Siricidae	Galerías horadadas por las larvas en la albura que inutilizan la madera o bien deprecian su valor comercial	*Pinus*, PM
Huequenia livida	Taladro del pehuén	Coleoptera	Cerambycidae	Desprendimiento de la corteza, galerías anchas y planas en la albura	PC, PP, PR
Rhyacionia buoliana	Mariposita europea del brote	Lepidoptera	Tortricidae	Brotes curvados en forma de gancho, y luego ocurre su caída. Muerte de yemas y brotes, pérdida de volumen y calidad de la madera (por deformaciones)	PR, PP, PC
Eriófidos		Acarina	Eryophyidae	Proliferación de yemas que forman masa de acículas cortas con aspecto de roseta. Ocasionan alteraciones en el crecimiento de las plantas	PC, PR
Acromyrmex lobicornis	Hormigas cortadoras	Hymenoptera	Formicidae	Defoliación en plantines o árboles jóvenes. Puede ocasionar la muerte	PC, PP, PJ
Cyphometopus marmoratus	Capacho gris del pino	Coleoptera	Curculionidae	Acículas consumidas, defoliación, principalmente en ramas inferiores, acículas, yemas y ramas afectadas secas	PP, PR
Naupactus ruizi	Gusano de la raíz de la alfalfa	Coleoptera	Curculionidae	Acículas consumidas, defoliación generalizada en las plantas pequeñas (5-6 años) y en las ramas de la parte media-inferior de la copa en las plantas más grandes	PP

BIBLIOGRAFÍA

Ciesla W. M. 2011. Forest entomology: a global perspective. Wiley-Blackwell, UK. 441 pp.

FAO. 2012. Guía para la aplicación de normas fitosanitarias en el sector forestal. Estudio FAO: Montes 164. Roma. 116 pp.

Gómez C.A. 2008. Principales especies de insectos forestales en plantaciones de Pino de la Patagonia. Serie Técnica Manejo Integrado de Plagas Forestales, Villacide, J. y Corley, J. (editores). Cuadernillo Nº3. INTA Bariloche.

Gómez C.A. y M. Hartel. 2010. El gorgojo de la corteza del pino, *Pissodes castaneus*. En: Manejo integrado de plagas forestales. Villacide, J. y Corley, J. (editores). Cuadernillo Nº9. INTA Bariloche.

Gómez C.A., A. Greslebin y M. Rajchenberg. 2011. Plagas y enfermedades de *Pinus* sp. de la región Andino Patagónica de Argentina: manual de campo. Facultad de Ingeniería, Universidad Nacional de la Patagonia San Juan Bosco, Esquel. 85 pp.

Gómez C.A., N. Vallejos y L. La Manna. 2013. Distribución y caracterización del daño ocasionado por *Pissodes castaneus* en plantaciones de *Pinus* spp. de la región Andino Patagónica Argentina. Bosque 34(3): 343-351.

Pérez S.P. 2009. Riesgo potencial de la hormiga cortadora de hojas *Acromyrmex lobicornis* para las plantaciones forestales de la Patagonia. En: Manejo integrado de plagas forestales. Villacide, J. y Corley, J. (editores). Cuadernillo Nº6. INTA Bariloche.

Ryan K. y B. Hurley. 2012. Life history and biology of *Sirex noctilio*.En: B. Slippers, P. de Groot, and M. J. Wingfield (editores). The *Sirex*woodwasp and its fungal symbiont: research and management of a worldwide invasive pest. Springer, The Netherlands. Pág. 15-30.

SENASA. 2007. Manual de procedimientos para la página web y base de datos SINAVIMO. Servicio Nacional de Sanidad y Calidad Agroalimentaria, Buenos Aires.

Villacide J.M. y J.C.Corley. 2007. Manejo Integrado de la avispa barrenadora de los pinos *Sirex noctilio*. En: Manejo integrado de plagas forestales. Villacide, J. y Corley, J. (editores). Cuadernillo Nº1. INTA Bariloche.

LA GESTIÓN DE LAS ENFERMEDADES

AUTORES: Mario Rajchenberg, Alina G. Greslebin, Hernán Mattes Fernández, Andrés de Errasti

Revisores: Sara Castañeda y Alejandro Dezzotti



Cómo se cita este capítulo:

Rajchenberg M., A.G. Greslebin, H. Mattes Fernández, A. de Errasti. 2015. La gestión de las enfermedades. Manual de Buenas Prácticas para el manejo de plantaciones forestales en el noroeste de la Patagonia. Editores: L. Chauchard, M.C. Frugoni, C. Nowak. Editorial Buenos Aires Cap. 15. p: 421-445



OBJETIVO

El objetivo de este capítulo es presentar las enfermedades forestales que se encuentran en las plantaciones de pino en Patagonia y los problemas sanitarios de post-cosecha.

INTRODUCCIÓN

Las enfermedades constituyen una de las principales amenazas a la producción forestal en todas partes del mundo. Conocer su presencia, incidenciay severidad resulta necesario para poder estar atento a su eventual desarrollo y arribo al umbral de daño económico. La presencia efectiva de una enfermedad no necesariamente indica que cause un daño productivo pero, una vez presente, debe ser evaluada regularmente para evitar que llegue a ese punto.En la Patagonia la incidencia y severidad de las enfermedades parecen tener una importancia menor cuando se la compara con la de las plagas entomológicas. A diferencia de ellas, las enfermedades tardan más en establecerse pero, cuando ello ocurre, su control resulta generalmente muy arduo y dificultoso. No existen datos acerca del daño económico real que ocasionan las enfermedades en las plantaciones de la Patagonia pero todas las encontradas y presentadas en este capítulo son bien conocidas por el daño que causan en otras regiones forestadas del mundo.

ANTECEDENTES

El principal antecedente al conocimiento de las enfermedades forestales en plantaciones de *Pinus* en la Patagonia lo constituye el trabajo de Gómez *et al.* (2011), producto de una prospección de numerosas plantaciones ubicadas desde el norte de Neuquén al centro de Chubut. Numerosas publicaciones en congresos y registros en publicaciones nacionales han dado cuenta de las diferentes enfermedades, y se citan en cada apartado.Para este Manual se han reconocido y caracterizado, además, otros problemas sanitarios.

EL PROCESO DE DIAGNÓSTICO

Ante la aparición de un problema sanitario es necesario realizar un diagnóstico correcto que permita sugerir las medidas adecuadas de prevención y control. El diagnóstico es el proceso de determinar un problema sanitario y sus causas. Se realiza a partir de la observación de los síntomas de las plantas y su variación a lo largo del tiempo, de los signos del agente causal, de los cambios producidos en el medio ambiente y del análisis en el laboratorio del material colectado. Para la elaboración del diagnóstico es recomendable efectuar las observaciones desde las primeras fases de desarrollo del agente dañino, pues a menudo las plantas manifiestan características específicas y diferenciadas en esta etapa.

SÍNTOMAS Y SIGNOS

Los árboles reaccionan de forma particular a la influencia del ambiente en el que se desarrollan y ante la presencia de agentes patógenos. Cuando estas reacciones se manifiestan como desviaciones persistentes de su aspecto normal, decimos que las plantas están enfermas.

El ***síntoma*** es la alteración perceptible en el cuerpo o en las funciones de una planta entera o de uno de sus órganos y que indican la presencia de una enfermedad. Es producto de la reacción o respuesta de la planta al agente de daño. Los síntomas se aprecian como cambios en la forma, en el color o en el crecimiento, resinación, marchitamiento, etc. de la planta y son elementos clave para el diagnóstico del problema. Entre los síntomas más comunes se encuentran:

- En la copa: ausencia de follaje (defoliación), decoloración (clorosis), manchado de la hoja, marchitamiento(Figuras13 y 32) y muerte de los tejidos (necrosis) (Figura 6).

- En los brotes: ausencia de brotes, mortalidad de los brotes (Figura 4), marchitamiento y deformaciones.

- Fuste y/o ramas: resinación, descortezado, heridas, cancros, cicatrices y pudriciones.

- Raíz y cuello: ausencia de raíces, pudriciones, descortezado, decoloraciones.

El ***signo*** es la manifestación física del agente de daño, por ejemplo: micelio y fructificaciones de hongos (Figuras. 14, 15 y17). Junto con el síntoma es de suma utilidad para efectuar el diagnóstico de un problema. En la observación e identificación de los síntomas y signos es necesario examinar las características de la planta y evaluar cómo o en qué difieren de la apariencia de una planta normal, evaluar la severidad de los síntomas, la cantidad de plantas cercanas que también parecen estar afectadas, etc.

CÓMO OBSERVAR AL ÁRBOL

En primer lugar es necesario identificar los síntomas, evaluar el aspecto general de la planta e identificar el órgano afectado. Ciertas características son apreciables observando la planta completa desde una determinada distancia; por el contrario, otras exigen la observación de los órganos afectados desde muy cerca. Una vez efectuada esta observación preliminar y ubicado el órgano o la parte de la planta afectada (follaje, brotes, fuste y/o ramas, cuello y/o raíz), se puede proceder a una observación más exhaustiva de los síntomas. En algunos casos es necesario exponer los tejidos que se encuentran por debajo de la corteza para determinar su estado sanitario. Siempre es importante tratar de identificar el sentido de avance del síntoma. Por ejemplo, si se trata de una necrosis o un marchitamiento determinar si el avance es desde la zona basal del árbol hacia la copa o desde la copa hacia la zona basal, desde las ramas u hojas más jóvenes a las más viejas o viceversa. Un profesional tampoco deja de averiguar las características silvícolas de las plantas afectadas (densidad de la plantación, sitio forestal yaltura, forma, distancia entre los entrenudos, estado o aspecto de la corteza, coloración y longitud de las acículas de los árboles), con el fin de conocer cómo están creciendo en ese sitio en particular.

El paso siguiente al reconocimiento de los síntomas es la detección del agente causal cuando ello es posible (hongos, deficiencia de nutrientes, etc.). Muchos patógenos son microscópicos por lo que necesariamente requieren ser estudiados en laboratorio; para ello se colectan las muestras que serán procesadas y estudiadas. Los hongos cumplen un ciclo de desarrollo por lo que en las distintas épocas del año se encuentran diferentes estados del mismo organismo. La detección e identificación del agente responsable, el estado de desarrollo en que se encuentra, la estimación de su abundancia, su incidencia (número de árboles afectados), su severidad (porcentaje del tejido/órgano afectado), la extensión y la distribución de la enfermedad en el árbol (por ejemplo: distribución generalizada, dispersa o localizada) son factores que colaboran con el proceso de formulación del diagnóstico y de las recomendaciones pertinentes.



Figura 1. Ejemplar con una enfermedad foliar que presenta una severidad del 50% de la copa.

OTROS ELEMENTOS PARA EL DIAGNÓSTICO

El conocimiento de las condiciones ambientales tales como temperatura, precipitación, velocidad del viento, características del suelo, macro y micro topografía, etc. resultan de suma utilidad. Los datos climáticos permiten entender el contexto dentro del cual está ocurriendo un determinado problema. La comprensión de las condiciones climáticas ayuda a determinar la causa de los problemas que están ocurriendo, especialmente cuando acontece un evento climático inusual. Otros factores que también contribuyen en el análisis para la elaboración del diagnóstico son las características del sitio de la plantación y los antecedentes disponibles (especie, edad, origen de la semilla y manejo silvícola realizado).

CÓMO INSPECCIONAR Y MONITOREAR UNA PLANTACIÓN

Cuando se efectúa la inspección de una plantación es necesario abarcar o registrar las distintas situaciones que se presentan en ella (diferentes ambientes, edades, condiciones de sitio, condiciones de manejo, etc.). Asimismo, es recomendable conservar registros

escritos de lo que se encuentra u observa cada vez que se efectúa una inspección visual. Este informe debe ser los más completo posible e incluir: fecha y hora de la inspección, especies de la plantación, especie de planta afectada, tamaño y posición sociológica de la planta afectada en el dosel, ubicación y condición (extensión) del daño, estimación de la severidad (porcentaje afectado del órgano) y de la incidencia (cantidad de plantas afectadas en la plantación), y las condiciones climáticas.Para el caso de monitoreos regulares es conveniente seguir siempre un mismo patrón de recorrido (por ejemplo, transectas lineales).

CONSIDERACIONES FINALES RESPECTO DE LA SANIDAD

Las enfermedades forestales se desarrollan en función de un modelo cuyos tres componentes son la planta (hospedante), el ambiente abiótico (ambiente) y el ambiente biótico (patógeno), que interactúan entre sí con sus características propias y que conforman lo que se denomina el Triángulo de las Enfermedades. Por ello, la presencia de un organismo patógeno determinado no establece por sí mismo un indicador de peligro sanitario ya que, en muchas ocasiones, el ambiente abiótico restringe o acota su incidencia o su severidad. También puede ocurrir que, con condiciones ambientales favorables y la presencia del patógeno, la incidencia y la severidad de la enfermedad se mantengan en niveles bajos a causa de la resistencia genética de la planta hospedante.

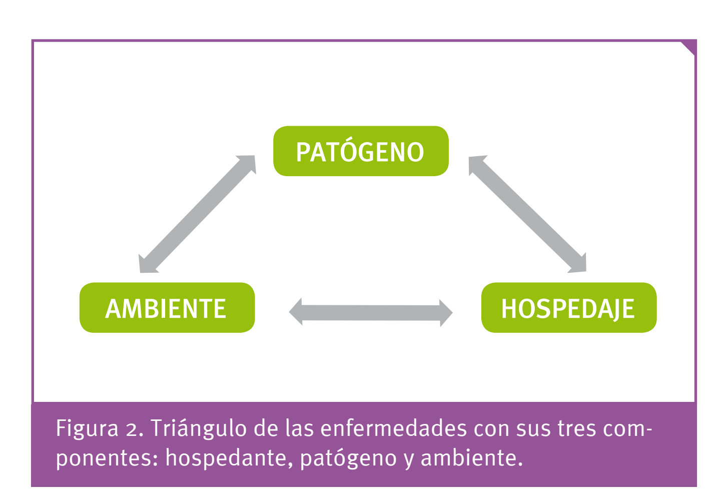


Figura 2. Triángulo de las enfermedades con sus tres componentes: hospedante, patógeno y ambiente.

Si bien las plantaciones de coníferas exóticas de la Patagonia argentina por el momento no han sido afectadas por graves epifitias a causa de microorganismos patógenos, debe tomarse muy en cuenta que esto puede cambiar en el futuro. Por esta razón es fundamental promover un manejo preventivo basado en un monitoreo continuo y lograr una mayor inversión en esta área por parte de todos los involucrados. En otras regiones del mundo donde se cultivan las pináceas, algunas enfermedades han alcanzado un comportamiento epidémico, por lo que es necesario afianzar y mejorar las medidas cuarentenarias que el Estado realiza. Otras poseen una peligrosidad potencial como el **cancro resinoso de los pinos** (causado por *Fusarium circinatum* Nirenberg & O'Donnell) (Swett y Gordon 2014) y el **daño foliar del pino** (causado por *Phythophtora pinifolia* Alv. Durán, Gryzenh. & M.J. Wingf.) (Hansen 2012), ambas presentes en Chile, por lo que es conveniente promover en general una mejora en las medidas cuarentenarias que el estado realiza. Además, se debería tomar en cuenta que el cambio climático puede generar condiciones para el establecimiento de nuevas enfermedades y/o afectar la incidencia y severidad de las ya presentes.

CLAVE DE DIAGNÓSTICO EN BASE A LA SINTOMATOLOGÍA

1. Sintomatología observada en el follaje 2
1'. Sintomatología observada en otras partes de la planta 7

2. Muerte apical de yemas y/o brotes ....
.... **Muerte regresiva por *Sphaeropsis sapinea***
(ver también Hongos defoliadores III *Sclerophoma pythiophyla*)

2'. Defoliación, clorosis y/o necrosis foliar sin presencia de daños en las acículas 3

3. Clorosis, necrosis o defoliación concentrada especialmente en la zona interior e inferior de la copa o en ramillas del exterior de la copa 4

3'. Clorosis/necrosis generalizada en toda la copa, acículas inicialmente amarillas tornándose luego rojizas. Desprendimiento de la corteza del árbol evidenciando la presencia de galerías por debajo y albura teñida de color oscuro o negro ....
.... ***Ophiostoma*** e insectos barrenadores de la corteza

4 . Necrosis parcial de la acícula afectando la porción distal de la misma 5

4'. Clorosis o necrosis afectando la totalidad de la acícula 6

5. Signo muy inconspicuo asociado a los estomas ....
.... **Hongos defoliadores IV - *Cladosporium***

5'. Signo visible en forma de óvalo gris oscurotanto ....
en el haz como en el envés de la acícula ....
....**Hongos defoliadores I y II- *Lophodermium canberrianum***
(ver también *Lophodermium staleyi*)

6. Acículas tornándose amarillentas y luego marrón claro frecuentemente con bandas transversales rojizas aunque estas pueden no estar presentes. Signo visible como un óvalo amarillo en condición húmeda o como dos solapas cerradas que le otorgan a la acícula un aspecto labrado en condición seca .... **Falsa banda roja**

6'. Acículas necróticas de color marrón claro homogéneo, sin bandas. Signo visible en forma de óvalos de color gris oscuro tanto en el haz como en el envés de la acícula ....
....**Hongos defoliadores I y II- *Lophodermium canberrianum***
(ver también *Lophodermium staleyi*)

7. Síntomas a nivel del fuste, cuello y/o raíces. Desprendimiento de la corteza del árbol evidenciando la presencia de galerías por debajo y albura teñida de color oscuro o negro
.... ***Ophiostoma*** asociada a insectos barrenadoresde la corteza

7'. Síntomas en rollizos y/o tablas aserradas en plantación o aserradero. Presencia de manchas azules a negruzcas en las caras de los rollizos o a lo largo de los tablones ....
.... **Hongos manchadores**

ENFERMEDADES DE ORIGEN BIÓTICO

HONGOS DE LOS BROTES

Muerte regresiva o muerte apical

Patógeno: *Sphaeropsis sapinea* (Fr.) Dyko&B.Sutton

Síntomas: muerte de brotes apicales y laterales, ramas multi-flecha, restitución de crecimiento vertical por las yemas laterales (aspecto de candelabro), ápices encorvados, acículas castaño claras, microfilia, clorosis en bandas en las acículas, exudado de resina en exceso, conos de tamaño menor al normal con necrosis total o parcial, cancrosis y muerte del árbol.La madera de las ramas suele presentar manchas castañas dispuestas en forma radial y sectores de la médula con crecimiento irregular. (Figuras 3, 4, 5 y 6). Enfermedad de difícil diagnóstico, algunos síntomas como la muerte de brotes, la microfilia o el exudado de resina, pueden confundirse con otros causados por otros agentes bióticos o abióticos.



Figura 3. Ejemplar de pino afectado por muerte regresiva.



Figura 4. Detalle de la Muerte regresiva.



Figura 5. Ápice de pino ponderosa afectado por Muerte regresiva.



Figura 6. Corte transversal de una rama afectada por Muerte regresiva. Síntoma de médula estrellada.

Signos: puntos oscuros de 2 a3 mm en acículas y corteza de ramas. Corresponden a fructificaciones errumpentes o inmersas, solitarias o agregadas, ubicadas en forma longitudinal o circunscriptas a la base de las acículas. Al inicio,los signos se detectan como lesiones acuosas. (Figuras 7 y 8).



Figura 7. Signo del patógeno de muerte regresiva (*Sphaeropsis sapinea*) en la base de una acícula.



Figura 8. Signo del patógeno de muerte regresiva (*Sphaeropsis sapinea*) en una acícula.

Descripción del patógeno: *S. sapinea* se caracteriza por poseer conidiomas oscuros similares a picnidios (2 -3 mm de largo) y conidios hialinos, amarillentos, castaños y castaño oscuros con y sin tabique central, de pared gruesa, de forma ovoide u obovoide, con o sin la base truncada, de un tamaño medio de 18 x 30 µm. Microconidios hialinos, cilíndricos 2,5-6 x 1-2 µm. Células conidiógenas de 15 a 20 µm.

Distribución e importancia: *S. sapinea* se encuentra presente prácticamente en todas las regiones donde se cultivan los pinos. En Argentina, el hongo se ha localizado en pináceas en las provincias de Corrientes y Misiones (Deschamps 2004, Agostini *et al.* 2005) y en Patagonia se ha detectado con baja incidencia en plantaciones de pino ponderosa (*Pinus ponderosa*) en el S de Neuquén (Mattes Fernández *et al.* 2010).

Control: se recomiendan cortas sanitarias y quemas prescriptas. Está comprobado que la época crítica de infección ocurre durante aproximadamente dos semanas en primavera cuando coinciden la liberación de los conidios del hongo con días de lluvia y alta humedad relativa (Peterson 1982).Por esto, cuando la situación lo permite, es muy efectivo aplicar fungicidas durante ese período. La recomendación de utilizar un control químico la tiene que dar un profesional de la materia. Se deben seguir las recomendaciones del marbete en cuanto al transporte, almacenaje y uso. Las personas que aplican estos productos tienen que utilizar Elementos de Protección Personal recomendados por el fabricante y ser debidamente capacitadas.

Observaciones: el pino ponderosa es una especie medianamente susceptible a *Sphaeropsis sapinea*. Se consideran como factores predisponentes a la enfermedad las podas mal realizadas, los daños por granizo y otros daños físicos, estrés por sequía, exceso de agua y deficiencias nutricionales (Swart y Wingfield 1991). Las forestaciones establecidas en zonas con déficit hídrico, con suelos muy pobres, particularmentedeficientes en boro,y con lluvias estacionales en primavera son las más susceptibles a la muerte regresiva. En Misiones se cita la ocurrencia de heladas como factor predisponente y se ha encontrado que los daños por muerte regresiva se asocian a los causados por pulgones (Agostini *et al.*2005).

HONGOS DEFOLIADORES

Bajo este nombre se agrupan varias enfermedades que provocan defoliación prematura del follaje,causada por la acción de diferentes patógenos que las infectan, causándoles una clorosis(amarillamiento) y amarronamiento progresivo, que finaliza con la caída anticipada.

Falsa banda roja

Patógeno: *Cyclaneusma minus* (Butin) DiCosmo, Peredo &Minter

Síntomas: clorosis progresiva, seguida de amarronamiento y caída anticipada de las acículas. A nivel de la copa los síntomas progresan desde las ramas inferiores a las superiores, siendo intenso en la parte basal, menor en las ramas intermedias y escasa o nula en las superiores (Figuras 9 y 10). A nivel de las ramas inferiores se observa el ataque de todas las hojas o todas excepto las del último año. En las ramas intermedias son afectadas las hojas más viejas excepto las de los últimos 2-3 años. A nivel foliar, primero se observan pequeñas manchas verde claro que luego se tornan amarillas (cloróticas), dándole a la hoja un aspecto moteado. Esta clorosis se extiende, la hoja se torna totalmente amarillenta, y luego castaño clara o marrón clara. Al mismo tiempo se desarrollan varias bandas transversales de 2-5 mm de ancho de color rojizo (Figura 11). Las hojas mueren y quedan adheridas a las ramas, cayéndose en la misma estación o perdurando hasta el próximo año (Rajchenberg *et al.* 1995).



Figura 9. Sintomatología de la falsa banda roja en pino ponderosa.



Figura 10. Sintomatología de la falsa banda roja en pino ponderosa.



Figura 11. Sintomatología de la falsa banda roja en acícula de pino ponderosa.

Signo: aparece en forma abundante luego de la formación de las bandas castaño rojizas y especialmente en las hojas muertas amarronadas. Consiste en la fructificación de origen sexual de *C. minus*, que es un apotecio. Tiene el aspecto de una almohadilla elipsoidal de color amarillo claro de 0,2-0,6 mm de largo que se forma sub-epidérmicamente y, al madurar, rompe la epidermis longitudinalmente a lo largo de la línea de los estomas, formándose dos valvas o 'solapas' laterales a la fructificación. Estas 'solapas' se abren cuando hay condiciones de humedad relativa alta, dejando expuesta la superficie fértil amarilla de la fructificación. El signo se desarrolla tanto sobre las acículas adheridas a las ramas como sobre aquellas caídas (Figura 12).



Figura 12. Signo de la falsa banda roja (*Cyclaneusma minus*).

Descripción del patógeno: apotecio sub-epidérmico, errumpente, elíptico, amarillento cuando fresco, blanquecino al secarse, hasta 0,3-0,6 x 0,15-0,3 mm. Himenio constituido por ascos claviformes, 90-115 x 10-11 µm, con 8 ascosporas filiformes, 70-95 x 2,5-3 µm, hialinas, con 2 septos transversales y un apéndice gelatinoso en cada punta, y paráfisis filiformes ligeramente amarillentas y con las puntas ramificadas.

Distribución e importancia: esta enfermedad tiene una incidencia alta, siendo frecuente en toda el área de plantaciones de *Pinus* en Patagonia. No obstante, su severidad en general es baja a muy baja (< 30% de la copa) en plantaciones manejadas o con densidades bajas, pero alcanzaseveridades medias (30-60%) en plantaciones sin manejo. La presencia de signos disminuye notoriamente en las zonas áridas del norte de la provincia del Neuquén (Huingan-co). La importancia patológica de esta especie, como de otros patógenos foliares, es muchas veces subestimada. Sin embargo, ataques severos pueden producir importantes disminuciones en el crecimiento de los árboles.

Observaciones: densidades de plantación altas y/o ausencia de poda y raleo son condiciones predisponentes para el ataque de este patógeno. En las plantaciones de Patagonia este organismo produce ataques severos solamente cuando se encuentra favorecido por las condiciones ambientales. Las plantaciones densas y sin manejo generan condiciones de humedad alta dentro de las copas, favoreciendo el crecimiento y la reproducción de esta especie que produce alta cantidad de inóculo que reinfecta continuamente las acículas.

Control: las características de esta enfermedad en Patagonia permiten que el manejo silvícola (poda y raleo) sea suficiente para controlarla. También existen tratamientos con fungicidas y utilización de plantas genéticamente resistentes a la enfermedad. (Bulman 1993, 1995). La recomendación de utilizar un control químico la tiene que dar un profesional de la materia. Se deben seguir las recomendaciones del marbete en cuanto al transporte, almacenaje y uso. Las personas que aplican estos productos tienen que utilizar Elementos de Protección Personal recomendados por el fabricante y ser debidamente capacitadas.



Figura 13. Sintomatología causada por el hongo defoliador *Lopahodermium canberrianum.*

Hongos defoliadores I

Patógeno: *Lophodermium canberrianum* Stahl ex Minter& Millar
Síntomas: clorosis y amarronamiento foliar seguido de defoliación. Los síntomas se presentan generalmente concentrados en la zona inferior e interior de la copa (Fig. 13).

Signo: se lo encuentra en las acículas muertas o en porciones muertas de acículas vivas tanto en el haz como en el envés. Corresponde a una fructificación de origen sexual (ascocarpo) con forma de óvalos más o menos definidos, de color gris oscuro que frecuentemente se encuentran muy próximos, de manera tal que sus extremos entran en contacto tomando un aspecto coalescente (Figura 14).

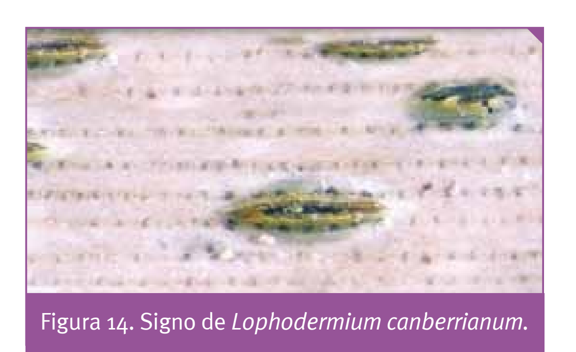


Figura 14. Signo de *Lophodermium canberrianum.*

Descripción del patógeno: ascocarpos de color gris oscuro a negro, ovales, con márgenes poco marcados, sin línea perimetral y sobresaliendo ligeramente de la superficie de la acícula. En estado maduro presentan una incisión longitudinal, dispuesta entre dos líneas de estomas, por donde se liberan las ascosporas. La disposición del ascocarpo es subepidérmica en corte transversal, presenta clípeo con labios hialinos, y una pared basal que puede estar presente, ausente o poco definida en algunos cortes. Paráfisis con ápices ligeramente ensanchados. Ascos de 100-150 x 10-15 µm. Ascosporas 100-120 x 1-2 µm. Conidioma ausente. No forman líneas oscuras en las acículas.

Distribución e importancia: la enfermedad se registró sobre pino ponderosa en toda la región, aunque solamente en algunas plantaciones. En Corcovado (Chubut) fue particularmente abundante donde fue registrada en todas las plantaciones prospectadas y usualmente en un alto porcentaje de los pinos examinados. *Lophodermium canberrianum* está registrado en Australia sobre *Pinus engelmannii* y pino ponderosa, ocasionando en algunos casos una severa defoliación (Minter 1981) y recientemente ha sido registrado también en Estados Unidos (Popp y Lundquist 2006).

Observaciones: este organismo, al igual que otros hongos defoliadores, se ve favorecido por condiciones de humedad alta y sombreado. La falta de manejo en las plantaciones es uno de los principales factores que favorecen a esta enfermedad.

Control: se recomiendan principalmente medidas silvícolas que favorezcan la aireación e ingreso de luz solar en las plantaciones (poda y raleo) de tal manera de disminuir la cantidad de inóculo y eliminar las condiciones favorables para el desarrollo del patógeno.

Hongos defoliadores II

Patógeno: *Lophodermium staleyi* Minter

Síntomas: marchitamiento de las acículas en la parte inferior de la copa; provoca clorosis (Minter 1981), pero en las plantaciones de la Patagonia ha sido registrado solamente sobre acículas muertas de árboles en pie y sobre acículas caídas. Aparece asociado con *Cyclaneus maminus*.

Signo: se observa en acículas muertas, tanto en el haz como en el envés. Corresponde a una fructificación de origen sexual (ascocarpo). Se observa en forma de óvalos bien definidos, de color negro que frecuentemente sobresalen por sobre la superficie de la acícula (Figura 15).



Figura 15. Signo de *Lophodermium staleyi.*

Descripción del patógeno: ascocarpos negros, ovales, con márgenes marcados y con línea perimetral, sobresaliendo notoriamente de la superficie de la acícula. En estado maduro presentan una incisión longitudinal, que se dispone entre dos líneas de estomas, por donde se liberan las ascosporas. La disposición del ascocarpo es parcialmente subepidérmica en corte transversal. Presenta un clípeo con labios hialinos, pared basal poco desarrollada o ausente. Paráfisis con ápices ensanchados. Ascos de 100-120 x 10 µm. Conidioma tipo *Leptostroma* presente conjuntamente con los ascocarpos, subepidérmico, concoloro con la acícula. Conidios 9-11 x 1 µm. Líneas oscuras en las acículas ocasionalmente presentes, inconspicuas.

Distribución e importancia: se registró sobre pino ponderosa y pino murrayana (*Pinus contorta var. latifolia*), en plantaciones densas y sin poda de la provincia del Chubut cercanas a la localidad de El Maitén, siempre sobre acículas en avanzado estado de degradación. Minter (1981) cita a esta especie causando amarillamiento en acículas de pino silvestre (*Pinus sylvestris*) en el estado de Oregon (USA); sin embargo, en Patagonia la especie tiene un comportamiento saprófito o de patógeno débil sin constituir una amenaza para las plantaciones.

Observaciones: en Patagonia esta especie actúa de manera saprófita participando en la degradación de las acículas conjuntamente con otras especies.

Control: no se sugiere ya que en Patagonia no parece constituir una amenaza para la sanidad de las plantaciones.

Hongos defoliadores III

Patógeno: *Sclerophoma pythiophyla* (Corda) Hoehn.

Síntomas: amarronamiento de las acículas apicales de la copa asociada con brotes muertos. Es considerado un organismo saprófito por algunos autores (Butin y Peredo 1986), sin embargo puede ocasionar defoliación, cancros y muerte retrogresiva en árboles debilitados o dañados por otros agentes (sequía, heladas, viento, insectos, etc.) (Funk 1985, Sinclair *et al.* 1987) (Figura 16).



Figura 16. Sintomatología causada por el hongo defoliador *Sclerophoma pythiophyla*.

Signo: se observa en las acículas y en los brotes muertos, corresponde a una fructificación de origen asexual que se presenta en forma de puntos o pequeñas estructuras de forma más o menos esférica u oval que rompen la epidermis de la acícula sobresaliendo notoriamente sobre la superficie (Figura 17).

Descripción del agente: conidioma estromático, uni o multilocular, irrumpente, sin ostíolo, a la madurez se abre por ruptura de la capa estromática superior. Células conidiógenas enteroblásticas, fialídicas, ampuliformes, usualmente hialinas, formadas a partir de las células internas de la pared del lóculo. Conidios unicelulares, con paredes delgadas y hialinas, 4-8 x 3-3 µm.



Figura 17. Signo de *Sclerophoma pythiophyla.*

Distribución e importancia: la especie fue registrada muy frecuentemente en toda el área de plantaciones en la Patagonia Andina sobre acículas muertas de la parte inferior de la copa, especialmente en plantaciones densas y/o sin manejo, asociada a *Cyclaneus maminus*. También fue registrada en brotes muertos en la zona superior de la copa, probablemente debilitados por efecto del viento y de heladas. En Patagonia la especie tiene un comportamiento mayormente saprófito sin constituir una amenaza para las plantaciones.

Observaciones: en Patagonia esta especie tiene un comportamiento principalmente saprófito. Sin embargo, fructificó abundantemente sobre acículas verdes y ligeramente cloróticas puestas en cámara húmeda en el laboratorio, lo que indicaría que sería un hongo endófito. Por otra parte, su presencia frecuente en brotes muertos de plantaciones de zonas altas expuestas a fuertes vientos y heladas puede deberse a que actúa como patógeno oportunista ante el debilitamiento de las mismas.

Control: dado que esta especie no actúa como patógeno primario, no se realizan medidas tendientes a su control. Aplicar medidas silviculturales que propendan a un crecimiento vigoroso dela plantación y evitar sitios forestales poco propicios son acciones suficientes para evitar la proliferación de los patógenos débiles u oportunistas como esta especie.

Hongos defoliadores IV

Patógenos: *Cladosporium pini-ponderosae* K. Schub., Gresl. &Crous y *Cladosporium chubutense* K. Schub., Gresl. &Crous

Síntomas: en las acículas de un año se observa clorosis y muerte del 30-50% distal con algunas totalmente muertas dispersas entre ellas (Figura 18). Frecuentemente, este síntoma va acompañado de una marcada clorosis en el brote nuevo pero la relación de *Cladosporium* con dicha clorosis no se ha establecido ya que no se encontraron signos en las acículas nuevas (Figura 19).



Figura 18. Sintomatología causada por el hongo defoliador *Cladosporium pini-ponderosae*.



Figura 19. Sintomatología causada por el hongo defoliador *Cladosporium pini-ponderosae*.

Figura 20. Signo de *Cladosporium pini-ponderosae*.

Signo: el signo se observa en las acículas o en las porciones de acículas muertas, tanto en el haz como en el envés, asociado a los estomas. Es muy inconspicuo y, por tal motivo, puede ser pasado por alto. Es una fructificación de origen asexual constituida por un estroma de ubicación subestomática que lleva los conidióforos que emergen a través del estoma. Se observa en forma de puntos negros, apenas distinguibles, alineados longitudinalmente. A simple vista tienen la apariencia de tierra depositada sobre la acícula (Figura 20).

Descripción del agente: conidiomas cespitosos, ubicados en las líneas estomáticas tanto en el haz como en el envés de la acícula pero usualmente más abundantes en el envés. Conidioma conformado por un estroma pseudo parenquimático, subestomático, formado por células redondeadas, con paredes engrosadas, de color marrón, de 8-15 µm de diámetro. Conidióforos subcilíndricos, sinuosos, generalmente simples, 30-110 x 5-10 µm, 0-3 septados, con paredes engrosándose y oscureciéndose hacia la base; dispuestos en fascículos que nacen del estroma y emergen a través de los estomas. Células conidiógenas integradas, generalmente terminales, poliblásticas, simpodiales, con cicatrices engrosadas, refringentes y protuberantes («tipo *Cladosporium*»). Conidios solitarios o en cadenas simples o ramificadas, ovoides, elipsoides o subcilíndricos, 15-31 x 6-9 µm, 0-3 septados, amarillentos a marrones, con paredes ligeramente engrosadas y finamente verrucosas, hilo conspicuo y engrosado (Figura 21 A, B) (Schubert *et al.* 2009).



Figura 21.*Cladosporium pini-ponderosae*. A: conidióforos emergiendo de un estoma. B: conidiosporas.

Distribución e importancia: esta especie fue registrada sobre pino ponderosa en dos plantaciones: una en la provincia del Chubut y la otra en la provincia del Neuquén; con una incidencia muy baja en los árboles afectados. Dada su baja frecuencia e incidencia, no representa un riesgo sanitario. Por otra parte se desconoce si esta especie es patógena o bien es un saprófito creciendo sobre tejidos muertos por otra causa.

Observaciones: este organismo es típicamente saprófito. Por tal motivo, a pesar de la clara asociación entre el síntoma y la presencia de la especie, no podemos afirmar que esta sea la causa del mismo.

Control: dada la baja incidencia y la ausencia de conocimientos sobre su capacidad de provocar una enfermedad las medidas de control no son pertinentes.

HONGOS DE LA MADERA

Mancha azul

Patógeno: en Patagonia participan numerosas especies, siendo las más relevantes *Ophiostoma piliferum* (Fr.) Syd. & P. Syd., *Ophiostoma ips* (Rumbold) Nannf. y *Sphaeropsis sapinea* (Fr.) Dyko& B. Sutton.

Síntoma: cambio de coloración en la madera cosechada recientemente. Mediante un corte transversal del tronco se observa fácilmente la mancha (de tonos azulados a grises) colonizando el tejido en sentido radial (Figuras 22, 23 y 24A).



Figura 22. Sintomatología de Mancha azul.



Figura 23. Sintomatología de Mancha azul.

Signo: se observa sobre la superficie de la madera aserrada y por debajo de la corteza en las trozas sin procesar. Cuando se trata de cualquiera de las *Ophiostoma*, a ojo desnudo se puede divisar con esmero una pilosidad de unos 2 mm de altura. Estas estructuras corresponden a ascomas y conidiomas de cuellos alargados cuyas esporas se agrupan formando gotas pegajosas sobre sus ápices (Figura 24, B y F). Cuando se trata de *Sphaeropsis*, a ojo desnudo se pueden distinguir estructuras globosas pequeñas y errumpentes que corresponden al conidioma del patógeno (Figura 25 C).

Descripción de los patógenos *(Ophiostoma)*: Ascoma peritecial de cuello alargado, ostiolo con o sin hifas ostiolares. Ascos globosos, delicuescentes a la madurez. Ascosporas unicelulares hialinas, con o sin vaina de mucilago, usualmente pequeñas, en forma de gajo de naranja, sombrero, almohada, alantoides o cilíndricas (Figura 24 B, C, D y E). Conidiomas tipo sinema, conidios cilíndricos, hialinos, 5-3 x 1-3 μm (Fig. 24 F). Para la descripción de *Sphaeropsis* ver “Muerte apical”.

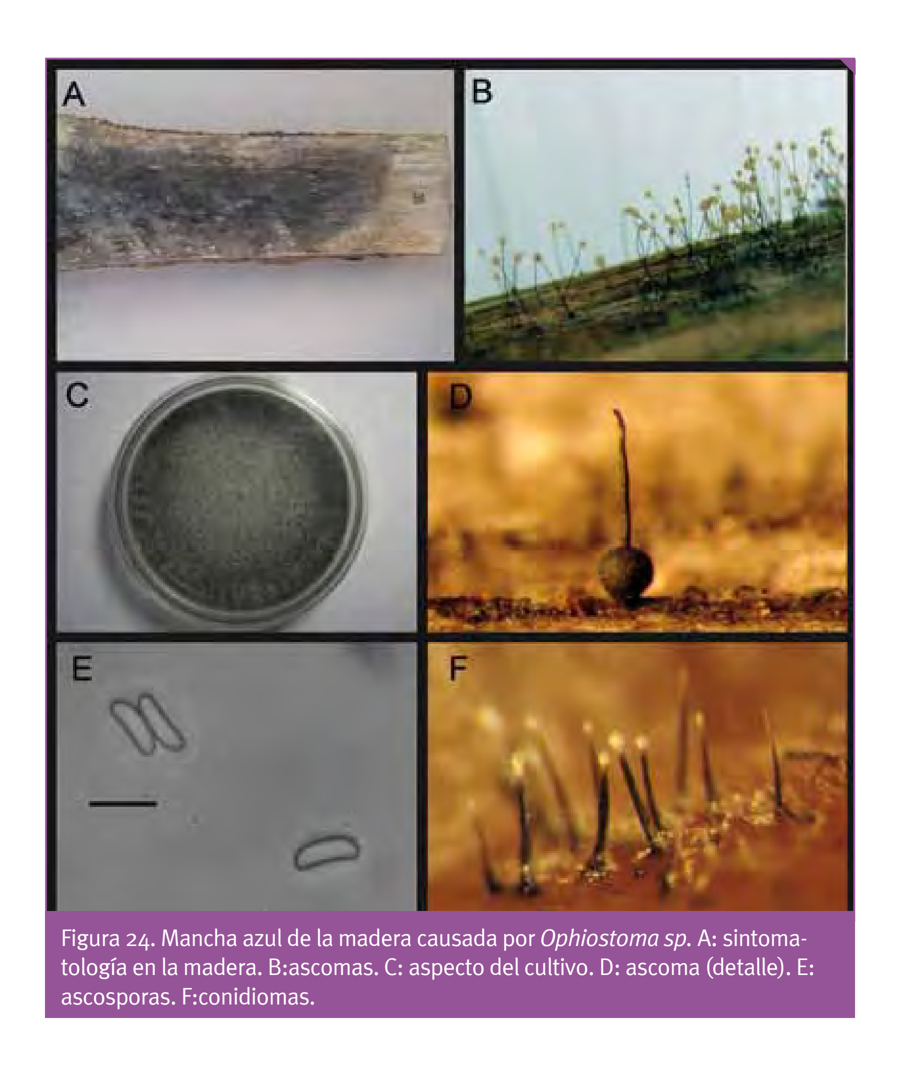


Figura 24. Mancha azul de la madera causada por *Ophiostoma sp.* A: sintomatología en la madera. B:ascomas. C: aspecto del cultivo. D: ascoma (detalle). E: ascosporas. F:conidiomas.

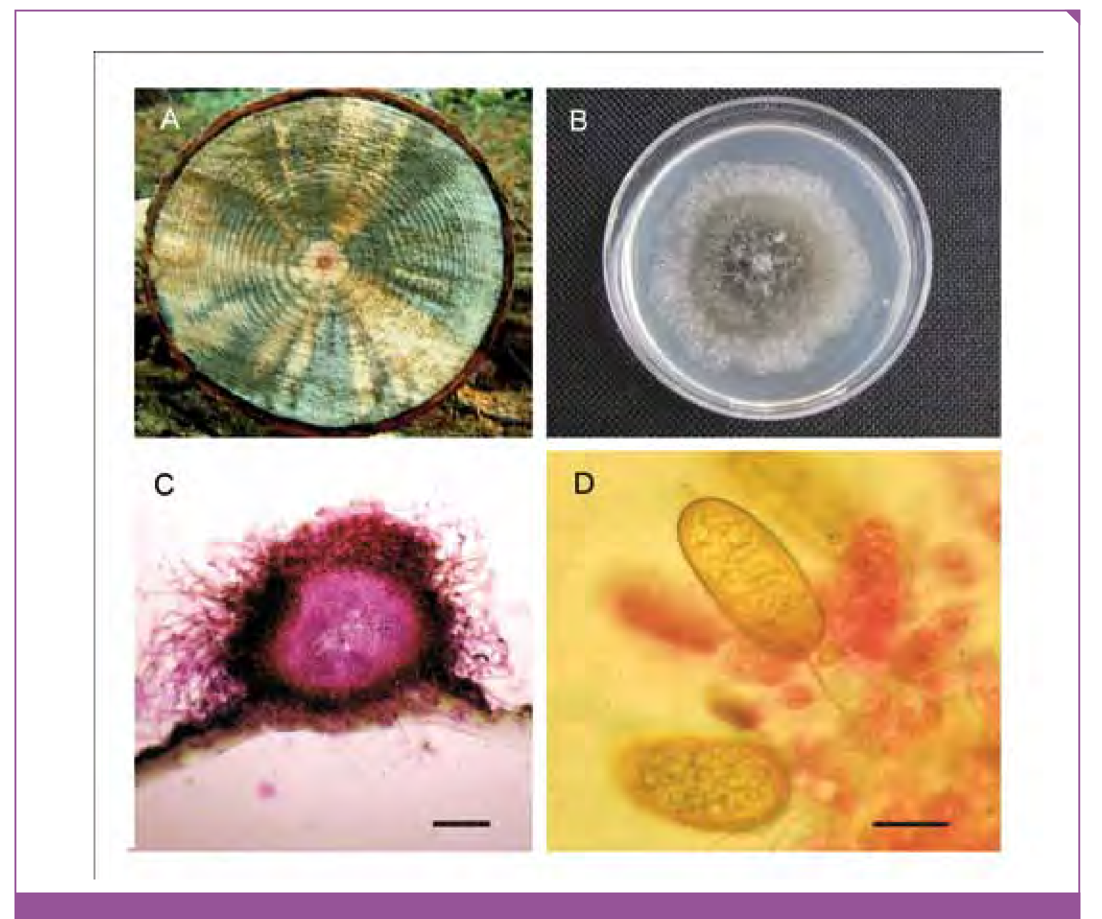


Figura 25. Mancha azul de la madera causada por *Sphaeropsis sapinea*. A:sintomatología en la madera. B: aspecto del cultivo. C:conidioma (aspecto general). D: conidios.

Distribución e importancia: las especies de hongos manchadores del género *Ophiostoma* han sido registrados en las zonas cordilleranas de la provincia del Chubut, Río Negro y Neuquén. Están adaptados a la dispersión mediante escarabajos de corteza exóticos (*Hylurgus ligniperda* y *Orthotomicus laricis* e *Hylastesater*) quienes, al construir sus galerías, introducen las esporas debajo de la corteza de las plantas recién apeadas (Figuras 26 y 27) (de Errasti 2011).



Figura 26. Insecto descortezador en galería tapizada con ascomas de *Ophiostoma spp.*



Figura 27. Galería de insecto descortezador tapizada con con conidiomas de *Ophiostoma spp.*

Sphaeropsis sapinea es un hongo manchador muy severo especialmente en el NO de Chubut. Es una especie que se adapta muy bien al calor y a las condiciones de humedad. Es dispersado por el viento y la lluvia, colonizando a través de heridas en la corteza mientras el árbol está en pie causadas ya sea por podas o por ataque de insectos (*Pissodes*). Cuando el árbol es apeado el hongo "dispara" su crecimiento colonizando la madera.La mancha azul es una enfermedad de post-cosecha que no afecta las propiedades estructurales de la madera pero disminuye su valor comercial y puede ser objeto de restricciones cuarentenarias en los mercados internacionales.

Observaciones:en Patagonia esta problemática se manifiesta con mayor severidad en las plantas apeadas durante la primavera (de Errasti 2014), probablemente porque coincide con la época de vuelo de los escarabajos de corteza adultos. Es importante destacar que se han registrado sitios con tasas de colonización extremas en ejemplares cosechados en verano. En éste último caso el agente manchador corresponde a *Sphaeropsis sapinea*.

Control: la correcta disposición del material remanente de podas y raleos constituye una práctica fundamental para evitar los aumentos poblacionales de escarabajos de corteza y la permanencia del inóculo fúngico. Si los desechos no pueden procesarse, se deben evitar las pilas ya que en éstas el material permanece apto para la proliferación de insectos durante más tiempo. Asimismo, las tareas de poda y raleo deben efectuarse en la temporada correcta (otoño-invierno) evitando así la superposición de heridas mecánicas con las condiciones que favorecen la infección de *Sphaeropsis sapinea*. La mejor estación para efectuar el apeo es siempre el invierno y las trozas deben ser transportadas hacia el aserradero antes de los 3 meses, para asegurarse que arribarán a la línea de aserrío sin manchas de albura. Si las trozas deben permanecer acopiadas por períodos que superen los 3 meses, una de las opciones es el descortezado mecánico, que aumenta la tasa de secado e impide la presencia de escarabajos. El riego por aspersión es una técnica utilizada para impedir el crecimiento de los hongos; sin embargo es recomendable sólo si se realiza un correcto tratamiento de efluentes y reutilización del agua, para evitar un impacto ambiental considerable. Otra alternativa es un método de control biológico basado en la aplicación de cepas albinas de *Ophiostoma spp*., las cuales colonizan el sustrato e impiden el crecimiento de los hongos manchadores (Berrocal *et al.* 2012, Navarrete *et al.* 2008), pero este método no está disponible en Argentina.

ENFERMEDADES DE ORIGEN ABIÓTICO

Muerte del pino oregón (*Pseudotsuga menziesii*) por sequía

Síntomas: desecamiento y muerte de los brotes nuevos (Figura 28) seguido de necrosis progresiva de las hojas más viejas hasta que ocurre el desecamiento de toda la copa (Figura 29). La distribución de árboles afectados es irregular, dependiendo de la calidad del sitio forestal (Figura 30).



Figura 28. Sintomatología de Muerte por sequía de brotes de pino oregón.



Figura 29. Sintomatología de Muerte por sequía de ejemplar de pino oregón.



Figura 30. Sintomatología de Muerte por sequía de un rodal de pino oregón.

Observaciones: el problema está asociado a veranos con altas temperaturas que siguen a inviernos con escasa precipitación. Ocurre en plantaciones de pino oregón asociados a sitios de productividad media a baja (índices de sitio IS= 13-15) y caracterizados por suelos de poca profundidad, arenosos, con elevada pedregosidad, y con baja retención de agua (Davel *et al.* 1999). En Patagonia este fenómeno ocurrió en plantaciones de Chubut y Río Negro en el verano de 1998-1999.

Control: no existe. La prevención de este fenómeno se basa en la elección de sitios de plantación con buenos Índices de Sitio con valores mayores a 16.

Desecamiento del pino ponderosa por acción volcánica

Síntomas: desecamiento, amarronamiento y necrosis del follaje expuesto a la acción de ceniza volcánica (Figuras 31, 32 y 33).

Observaciones: el fenómeno se observó tras la explosión del volcán Puyehue (Chile) en plantaciones de pino ponderosa de Neuquén expuestas a la "pluma" volcánica. La necrosis foliar ocurre, posiblemente, por la combinación de acción térmica y de erosión por las partículas de ceniza.

Control: no existe.



Figura 31. Rodal de pino ponderosa afectado por cenizas del volcán Puyehue.



Figura 32. Ejemplar de pino ponderosa afectado por cenizas del volcán Puyehue.



Figura 33. Ejemplar de pino ponderosa afectado por cenizas del volcán Puyehue.

BIBLIOGRAFÍA

Agostini J., M. Stehr, R. Toloza yE. Eskiviski.2005. Problemas fitosanitarios en plantaciones de *Pinus*spp en el norte de Corrientes y Misiones. Décimas Jornadas Técnicas Forestales y Ambientales - Facultad de Ciencias Forestales -UNaM- EEA Montecarlo –INTA Eldorado, Misiones, Argentina.

Berrocal A., J. Navarrete y C. Oviedo. 2012. Efecto de diferentes condiciones de crecimiento en el dimorfismo levadura-micelio de la cepa albina PcF2A29 de la especie *Ophiostoma* piceae. Maderas. Ciencia y Tecnología 14: 91-102.

Davel M., C. Barroetaveña y M. Rajchenberg. 1999. Muerte del pino oregón por sequía en la región Andino Patagónica. Patagonia Forestal 5(2): 2-3.

De Errasti A. 2015. Hongos manchadores de albura en especies forestales exóticas y nativas de los Andes patagónicos: taxonomía, patogenicidad y manejo. Tesis Doctoral, Facultad de Ciencias Exactas y Naturales, Universidad de Buenos Aires. 240 pp.

De Errasti A., A. Greslebin y M. Rajchenberg, M., 2011. *Ophiostoma* y otros hongos causantes de mancha azul en la Patagonia, Argentina: avances, dificultades y perspectivas. Actas VII Congreso Latinoamericano de Micología (San Juan, Costa Rica): 1: 34.

Deschamps J. 2004. Grave afección por muerte regresiva (die-back) enpinos subtropicales de Misiones, producida por *Sphaeropsis sapinea*. En: Plagas y Enfermedades forestales de Misiones, Jorge Vizcarra Sanchez (ed.). Universidad Nacional de Misiones. Págs. 178-182.

Gomez C., A. Greslebin y M. Rajchenberg. 2011. Plagas y enfermedades de *Pinus sp*. de la región Andino Patagónica de Argentina. Manual de campo. Ed. Universidad Nacional de la Patagonia S.J. Bosco, Comodoro Rivadavia. 88 pp. ISBN 978-987-05-8935-8.

Hansen E.M. 2012. Phytophthora pinifolia. http://forestphytophthoras.org/species/pinifolia

Mattes Fernández H.,V. Fontana, H. Álvarez Mansilla y G. Soto. 2010. Primera cita de *Sphaeropsis sapinea* en *Pinus* ponderosa en Neuquén, Argentina.Quebracho18:120-125.

Navarrete J. , A. Segura, P. Martínez, R. Vera, C. Segovia, P. Herrera, L. Reyes, D. McNew, T.C. Harrington, R.L. Farrell, J.M. Thwaites, B. Held, R.A. Blanchette. 2008. Control biológico de la mancha azul en madera aserrada de *Pinus* radiata D. Don. Conference: 08-11-30/12-02 Flamingo Beach, Costa Rica. IRG/WP 08-10681. Disponible en: http://www.irg-wp.com/irgdocs/ details.php?ccd90075-57f0-8226-0d44-db0a2702adea

Peterson G. 1982. Control of Diplodia and Dothistroma blights of pines in the urban environment. Journal of Arboriculture 7:1-5.

Rajchenberg M., P.P. Cwielong, J. Rovelotti y C. Cuevas.1995. “Falsa banda roja” (*Cyclaneus maminus*) en plantaciones de pináceas exóticas en la región Andino Patagónica, Argentina. Actas IV Jornadas Forestales Patagónicas (San Martín de los Andes, Argentina), pp. 1: 277-284.

Schubert K., A. Greslebin, J.Z. Groenewald y P. Crous 2009. New folicolous species of *Cladosporium* from south America. Persoonia 22: 111-122.

Swart W.J. yM.J. Wingfield. 1991 Biology and control of *Sphaeropsis sapinea* on *Pinus* species in South Africa. Plant Disease 75: 761-766.

Swett C.L. yT.R. Gordon. 2014.Pest notes: Pitch canker. University of California Peer Reviewed - UC ANR Publication 74107. Fayard M (ed.). Disponible en: http://www.ipm.ucdavis.edu/PMG/ PESTNOTES/ pn74107.html#ipmpagetop



ASPECTOS SOCIO-ECONÓMICOS

ASPECTOS ECONÓMICOS DEL MANEJO FORESTAL

AUTORES: Gustavo Salvador, Leonardo Luis Claps, Santiago Varela y Guillermo Melzner

Revisora: Sara Castañeda



ASPECTOS ECONÓMICOS MANEJO FORESTAL

Cómo se cita este capítulo:

Salvador G., L.L. Claps, S. Varela, G. Melzner. 2015. Aspectos económicos del manejo forestal. Manual de Buenas Prácticas para el manejo de plantaciones forestales en el noroeste de la Patagonia. Editores: L. Chauchard, M.C. Frugoni, C. Nowak. Editorial Buenos Aires Cap. 16. p: 449-496



ASPECTOS ECONÓMICOS DEL MANEJO FORESTAL

Este capítulo está dirigido principalmente a productores y técnicos del sector forestal con el objeto de aportar los conceptos metodológicos y herramientas básicas que faciliten la toma de decisiones desde una perspectiva económico-financiera.

En primer lugar se analiza la importancia de considerar los aspectos económicos al momento de realizar el manejo de una plantación o de evaluar un proyecto de inversión forestal y el impacto de la actividad en la generación de mano de obra y agregado de valor. Luego, se vierten conceptos económicos elementales que le facilitarán al lector la comprensión del resto del capítulo y le brindarán las bases para que el resultado del análisis económico sea comparable con otros colegas.

Además, se anexa información sobre dos temas particulares: las líneas de fomento vigentes en el Estado para plantación y manejo a través de aportes no reintegrables (ANR) y las principales tendencias de mercado en el uso de la madera de pino ponderosa.

Por último, a través de un estudio de caso se analizan los aspectos específicos del cálculo de costos e ingresos de cada tarea silvícola para concluir en un análisis de rentabilidad y sensibilidad.

LA IMPORTANCIA DE CONSIDERAR ASPECTOS ECONÓMICOS EN LA PRODUCCIÓN FORESTAL.

Los bosques tienen un rol fundamental en nuestras vidas, son los proveedores de imprescindibles servicios ecosistémicos, como por ejemplo, la regulación del clima, la regulación hídrica de cuencas, proveen hábitat y resguardo a diversas especies animales y vegetales y nos suministran distintos productos como madera, leña, semillas, frutos, pasturas para producir carne, entre otros (MEA 2005). Muchos autores sostienen que las plantaciones forestales debidamente manejadas también pueden contribuir de forma importante en esos aspectos. Algunos de estos servicios tienen valor comercial y son transados en el mercado y otros, quizás los de mayor importancia, aún no son transables o son incipientes este tipo de operaciones.

ANTECEDENTES

En la actualidad la rentabilidad de proyectos forestales en Patagonia está principalmente relacionada con tres factores: la calidad de sitio donde se realice la plantación, la especie plantada y la intensidad de manejo que se aplique. Dada una misma calidad de sitio, cuanto mayor intensidad se realice en el manejo, mayor será la rentabilidad. Del mismo modo, asumiendo una misma intensidad de manejo, la rentabilidad será más alta en aquellos sitios de mayor calidad. Además, los valores del mercado de las especies maderables son diferentes, por ejemplo el pino oregón (*Pseudotsuga menziesii*) posee mayor valor

comercial que el pino ponderosa y las labores silvícolas poseen el mismo costo relativo. Sin embargo, el pino ponderosa (*Pinus ponderosa*) posee mayor capacidad de adaptación a las diferentes calidades de sitio, mientras que el pino oregón requiere una mejor calidad de sitio para poder cultivarse. Por ello, para una adecuada toma de decisiones sería conveniente que el productor disponga de herramientas sencillas para realizar este análisis.

El turno de corta para coníferas en Patagonia es más largo que el que se obtiene de plantaciones similares en otras regiones del país; por este motivo la importancia relativa de los costos durante el desarrollo del ciclo forestal no solo tienen importancia por la cantidad invertida, sino especialmente por el momento en el cual se produce esta inversión. Desde el punto de vista comercial, también es importante que los manejos se hagan en el momento adecuado, ya que los productos a obtener compiten no solo por precio sino por calidad. Los productos provenientes de una plantación raleada y podada en tiempo y forma serán de mayor calidad y con ello mayor precio. En este sentido, la competitividad de las plantaciones forestales de Patagonia debe basarse en un esquema de negocios que integre la cadena forestal, donde se combine escala, eficiencia, calidad y agregado de valor desde la producción primaria hasta el producto final.

Existen diversos autores que han analizado los aspectos económicos de las plantaciones en Patagonia. Por ejemplo, Urzúa (1991) y Enricci (1994) estimaron que en un sitio de calidad media el valor actual neto (VAN) de las plantaciones de pino ponderosa alcanzaría los 448 y 442 US$/ha[1] respectivamente, con una tasa de descuento del 6% (ver concepto de indicadores financieros). Manfredi (1999) analizando distintos escenarios y utilizando la misma tasa de descuento, calculó que el VAN se encuentra en un rango entre 567 US$/ha a 1243 US$/ha. Laclau *et al.* (2002) analizó la rentabilidad de las plantaciones con pino ponderosa bajo distintos modelos productivos, a partir de la aplicación de modelos de crecimiento preliminares para la especie en la región. Combinó cuatro sistemas de manejo en tres calidades de sitio, obteniendo en todos los modelos una tasa interna de retorno (TIR) positiva, aunque no todos ellos serían rentables a una tasa de descuento del 7% anual. Como conclusión en este estudio, se determinó que el valor potencial del suelo (VPS) se encontraba entre 1198 y –128 US$/ha[2], los modelos de producción intensivo en sitios muy aptos, e intensivo en sitios aptos resultaron dentro de los económicamente viables, y los más estables ante variación de costos operativos o ingresos. Para pino oregón, Fernández determinó el turno financiero en diferentes calidades de sitio, y obtuvo en todos los casos valores de VPS positivos utilizando una tasa de descuento del 8%, y el valor de la tasa interna de retorno (TIR) se ubicó entre 11,4% y 19,9% en función de la calidad de sitio (Davel 2008).

Otros autores comenzaron a valorizar los servicios ecosistémicos, en particular la función de las plantaciones como sumideros CO_2. Sedjo[3] (1999) y De Koning *et al.* (2002) estimaron que en Patagonia, considerando solamente los ingresos por la venta de madera, el VAN era negativo; pero si se consideraban los ingresos adicionales por la venta de créditos de carbono[4] el VAN se incrementaba y alcanzaba valores positivos (de -419 a 48 US$/ha). Similares resultados fueron presentados por Laclau *et al.* (2003).Salvador (2004)

1. Tasa de cambio (1$ARG=1US$), turno de corta 35 años y tasa de descuento 6 %.

2. Tasa de cambio (1$ARG=1US$), tasa de descuento 7 %.

3. Tasa de cambio (1$ARG=1US$), turno de corta entre 36 y 27 años, y 20 $/t CO2.

4. Mecanismo financiero para reducir las emisiones contaminantes, surgido a partir del Protocolo de Kyoto.

evaluó la rentabilidad de las plantaciones utilizando distintos certificados de reducción de emisiones de CO_2 y determinó la escala mínima viable de los proyectos en el marco de los Mecanismos de Desarrollo Limpio (MDL).

Las diferencias en los resultados mencionados en los análisis económicos anteriores pueden deberse a la utilización de diferentes valores de precios de insumos y productos, rendimientos, turno de corta, tasa de descuento, y costo de oportunidad, entre otros.

En el caso particular de este capítulo, solo analizaremos las plantaciones como generadoras de bienes con destino maderable, resignando en la presentación otros ingresos que las mismas pueden generar.

EL CICLO PRODUCTIVO Y LA GENERACIÓN DE INGRESOS

En términos generales, el desarrollo del ciclo productivo de una plantación se puede resumir en tres etapas: a) una primera etapa de inversión, que puede incluir desde la compra de la tierra, el alambrado perimetral del cuadro, la apertura de fajas cortafuegos, los diseños de las vías de saca y la plantación; b) una segunda etapa que contiene las labores de mantenimiento y cuidado que se realizan a lo largo del turno (reposición de plantas, podas, raleos, tratamiento de residuos, mantenimiento de fajas cortafuegos); en esta etapa los raleos generan ingresos marginales que contribuyen financieramente y c) una tercer etapa cuando las plantas alcanzan un tamaño adecuado al final del turno que comprende las tareas de cosecha. En términos generales, recién en esta última etapa se obtienen los productos de mayor valor y la ecuación económica brinda resultados ampliamente alentadores para el productor. Para fines ilustrativos, en la Figura 1 se observa el ciclo de una plantación.

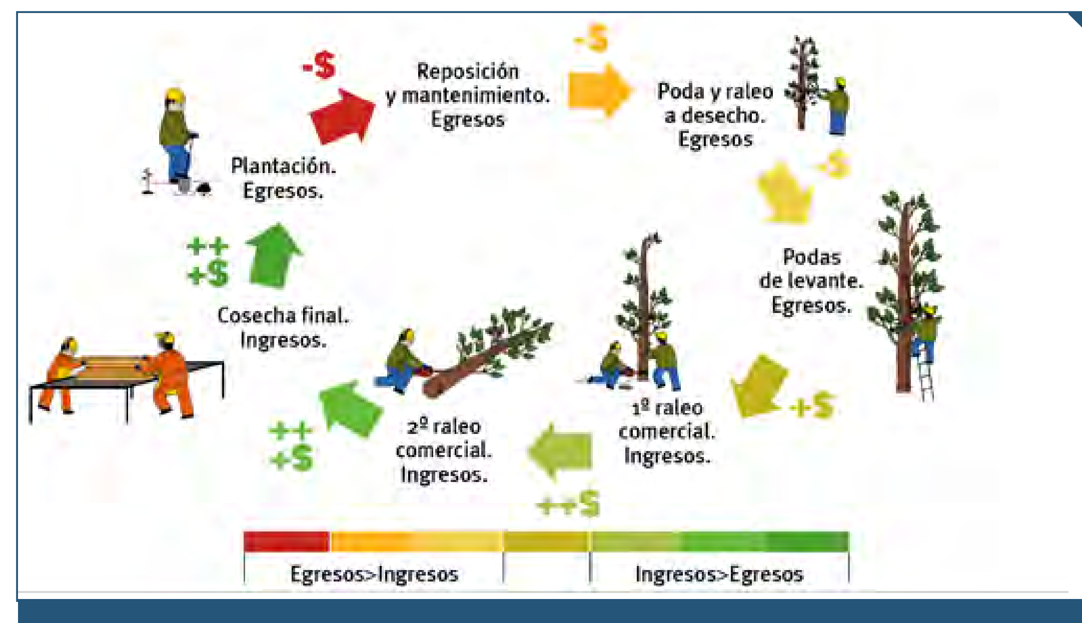


Figura 1. Diagrama de rotación de una plantación indicando períodos de ingresos y egresos.

IMPORTANCIA DE LA PLANIFICACIÓN EN LA ECONOMÍA DEL NEGOCIO FORESTAL

Ya sabemos que cuando analizamos el negocio forestal estamos pensando recoger los beneficios a largo plazo, por ello es importante realizar una muy buena planificación. Esto significa desde elegir un lugar de implantación con buena calidad de sitio para la especie a forestar, la calidad de planta, hasta pensar cuales van a ser las preferencias y la proyección de demanda futura de productos maderables en el mercado objetivo propuesto. En general hay muchos factores que determinan un mejor o peor negocio forestal, pero hay ciertas variables que casi sin discusión hay que a tener presentes a la hora de planificar económicamente una forestación y estas son:

- factores ambientales.
- estrategia comercial e integración con agregado de valor.
- costo y disponibilidad de la tierra.
- disponibilidad y costo de la mano de obra.
- calidad y costo de abastecimiento de insumos.
- costo de distribución de productos forestales.
- estructura impositiva, legal y de fomento gubernamental.
- disponibilidad de servicios y accesos.
- posibilidad de tratamiento de residuos a bajo costo.

En definitiva, lo que suceda en el futuro del negocio dependerá de lo que se decida, planifique y realice hoy. Una vez realizada la plantación, se necesitará de las tareas silvícolas en tiempo y forma para asegurar la producción de madera de calidad en forma eficiente, con lo cual se minimizarán los costos de producción haciendo más competitiva la producción forestal de la región patagónica.

“La planificación no es el fin sino el principio, nada se ha hecho, todo está por hacer”. Peter Drucker

Cuando un negocio no se planifica, tiene mayores posibilidades de fracaso y peor aún si es una inversión de largo plazo. En este sentido es importante mencionar que si bien muchas veces el productor forestal invierte tiempo y esfuerzo, e incluso dinero en la planificación, a veces hay variables externas que complican el buen resultado económico de la plantación. Sin querer entrar en mayor detalle, podemos decir que hay variables exógenas por ejemplo del tipo ambiental como sequías prolongadas, eventos extremos, ataque de plagas, etc. Otro tipo de variables que en la actualidad afecta al rendimiento económico es el acceso y disponibilidad del financiamiento, el cual si no se otorga en tiempo y forma va en desmedro del negocio forestal, ya que el productor debe incurrir en elevados costos financieros. Las variables externas pueden complicar aún más los resultados si no se planifica, ya que seguramente aparecerán costos que el productor no tuvo en cuenta por no planificar adecuadamente. Algunos de estos se ejemplifican a continuación:

- **desperdicio de dinero**: falta de control de gastos (ej.: compra anticipada de insumos), errores de inversión o costos innecesarios (ej.: realizar la plantación sin una buena definición de caminos y vías de saca desde el inicio), decisiones por impulso y gastos financieros excesivos (saber que en tal momento hay que realizar determinada tarea y

no se dispone anticipadamente del dinero para ejecutarla, lo cual conlleva a conseguir dinero a una tasa de interés mayor).

- **desperdicio de tiempo**: se generan imprevistos, hay que corregir errores, hay retraso en la toma de decisiones y aumentan los costos (por ejemplo no con contar con todos los implementos e insumos necesarios para realizar la corta final).

- **desperdicio de oportunidades**: se escapan de las manos posibles negocios, falta de visión y detección de oportunidades de integración y agregado de valor (por ejemplo realizar alianzas estratégicas con productores vecinos para minimizar costos e inversiones o bien integrarse comercialmente para agregar valor en forma conjunta mejorando la competitividad). En este punto es importante tener en cuenta que la producción maderera de la Patagonia debe competir con maderas y/o productos elaborados con maderas de otras regiones más competitivas, por ejemplo de Misiones e incluso de Chile. Esto implica que no solo debemos tener una buena planificación productiva y comercial a nivel predial, sino que es **fundamental** realizar una planificación a nivel regional de la **cadena forestal**, ya que de otro modo será muy difícil obtener productos competitivos.

¿Qué es una cadena productiva?

Una cadena productiva puede abarcar una amplia gama de formas de cooperación y complementariedad entre sus integrantes, que van desde vinculaciones elementales en materia informativa, hasta la formación de redes complejas de cooperación e intercambio productivo y comercial. Podemos decir entonces que la planificación regional de la cadena forestal en Patagonia estará formada por la integración complementaria entre sus actores principales (productores madereros, viveristas, prestadores de servicios, aserraderos, carpinterías, comercios, organismos técnicos y de apoyo gubernamental y consumidores finales). Estos intervienen en la creación e incorporación de valor a las materias primas (rollizos, poste, leña y subproductos de la actividad forestal) para la obtención de bienes y servicios que llegan al consumidor final y a la sociedad en general.

En Patagonia ya existen empresas con grandes plantaciones forestales, las cuales les permiten en sí mismas integrarse y agregar valor (ej. CORFONE en Neuquén o Compañía de Tierras del Sur en Chubut). Sin embargo hay una gran cantidad de productores con plantaciones de menor escala los cuales necesariamente deberían integrarse para minimizar costos, agregar valor y en definitiva aumentar su competitividad. Se observa que la gran mayoría de las unidades productivas realizan una gestión y administración individual, con lo cual es muy difícil lograr buenos resultados económicos en un escenario cada vez más competitivo. En este sentido, existen algunas iniciativas de organización a nivel sectorial que nuclean a empresarios en cámaras y en cooperativas con el objetivo de buscar soluciones a problemáticas comunes y acceder a nuevas oportunidades de negocio (Cámara de Madereros y Forestadores de Bariloche, Cooperativa COMAIFO de Chubut).

Desde el punto de vista empresarial, y analizando la situación existente con algunos de los productores de la región, surgen algunas manifestaciones que sirven en cierto modo como base de un diagnóstico general:

- “Aislados y poco integrados”
- “Con tecnología e instalaciones obsoletas”
- “Compramos caro y vendemos a un bajo precio”
- “No tenemos dinero para invertir y las líneas de financiamiento no funcionan”
- “Los productos que se logran actualmente son de baja calidad y poco valor agregado”
- “Desconocimiento de mercados”
- “Aumento creciente de los costos de producción”

GENERACIÓN DE MANO DE OBRA

A diferencia de otras regiones del país y del mundo, el modelo productivo de las plantaciones en Patagonia es intensivo y poco capitalizado. Se caracteriza por su baja inversión en maquinaria y alta demanda de mano de obra. La cosecha de semillas, labores culturales en vivero, plantación y reposición, raleos, podas e incluso la cosecha final son realizadas con un fuerte componente manual (Figura 2).

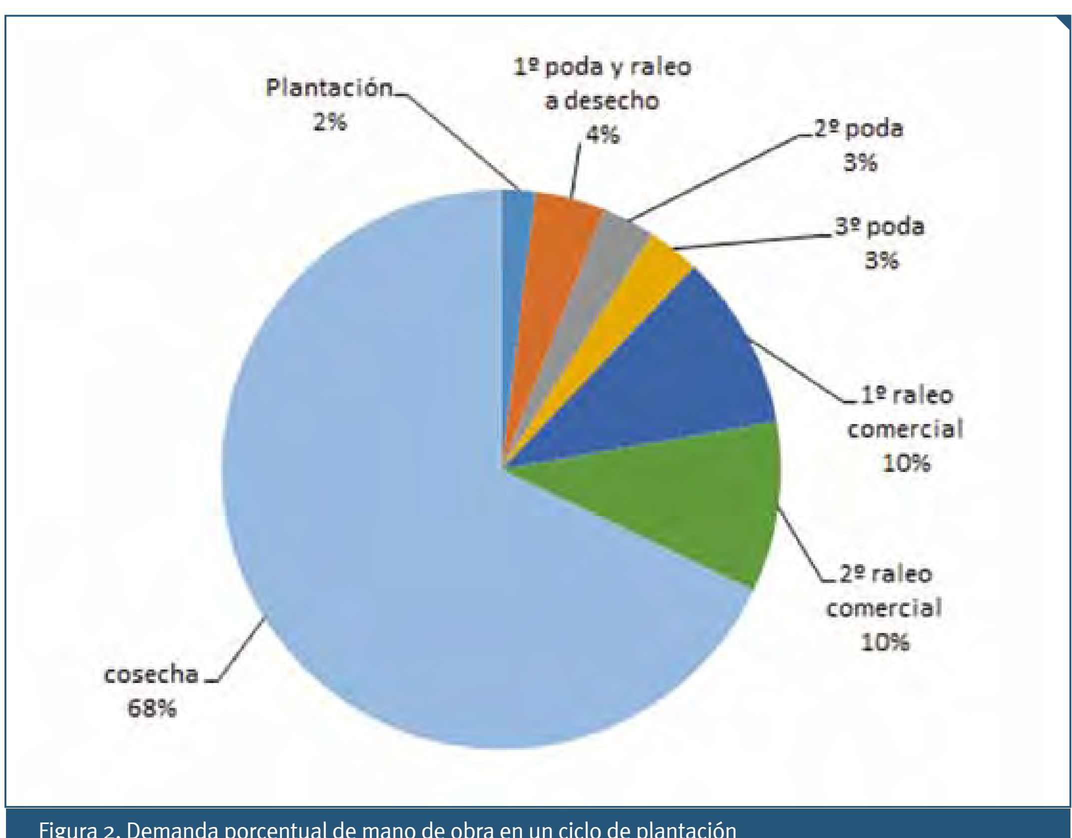


Figura 2. Demanda porcentual de mano de obra en un ciclo de plantación

A lo largo del desarrollo de las plantaciones éstas generan una demanda creciente de mano de obra (Figura 3), que por otra parte, en su mayoría es estacional, ya que se incrementa entre fines del verano y la primavera, cuando las demás actividades productivas en la región están en baja actividad, es decir, puede complementar otras actividades sin competir por la fuerza laboral. Además, la madera es la materia prima de una amplia gama de productos, por lo cual sufre transformaciones antes de su uso final generando un

importante efecto multiplicador en la generación de empleo a lo largo de sus procesos industriales (Schwarz *et al.* 2015). Actualmente no se puede apreciar la importante dimensión de demanda de mano de obra y de servicios que va a generar la actividad forestal periódicamente en Patagonia, ya que la mayoría de las plantaciones todavía no alcanza su turno de corta. En la medida en que las plantaciones (80.000 has aprox. actualmente implantadas), vayan alcanzando su turno comenzarán a traccionar fuertemente la demanda agregada de bienes, servicios y mano de obra en las zonas donde se encuentran distribuidas las plantaciones.

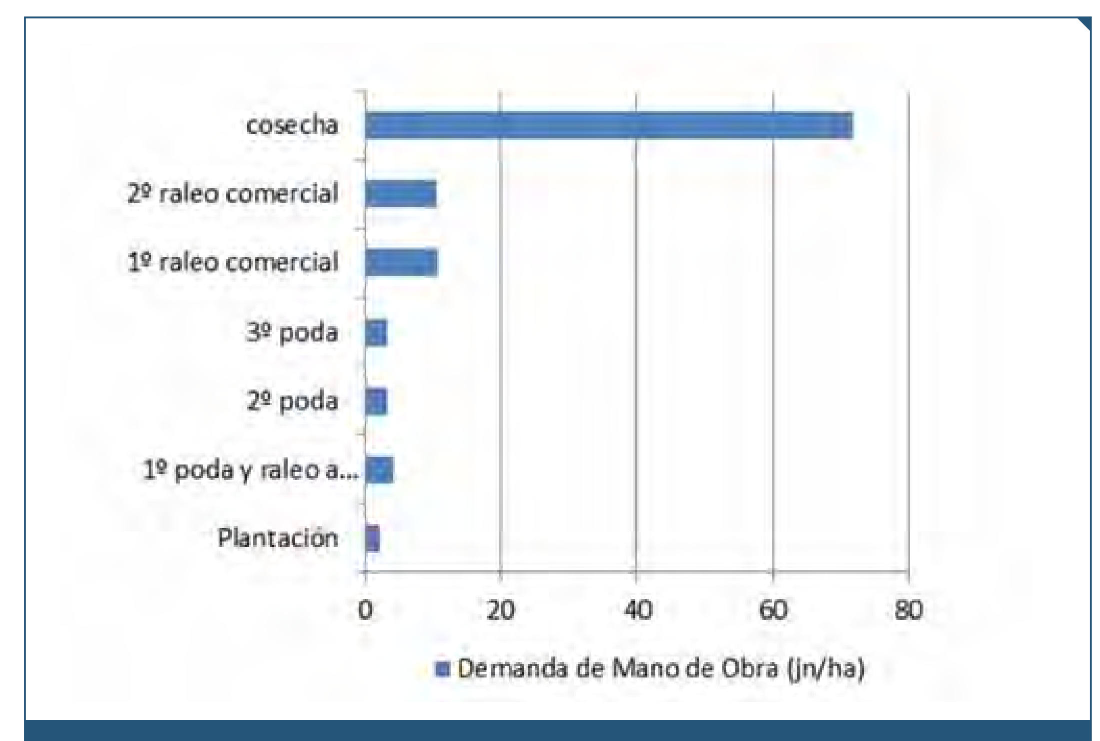


Figura 3. Jornales necesarios durante un ciclo completo desde la plantación hasta la cosecha de un rodal de una hectárea discriminado por etapas

En la actualidad, ya existen algunas iniciativas en nuestra región para mecanizar la actividad forestal y lograr una mayor escala de producción. Se observa esta tendencia en las tareas de arrastre, carga y transporte de la materia prima, por ejemplo se comienza a utilizar el tractor forestal con pluma, y en la provincia del Neuquén la empresa CORFONE SA utiliza los servicios de un cosechador forestal para realizar los raleos comerciales y corta final de sus plantaciones con el fin de abastecer sus plantas industriales.

Estudios en Argentina muestran que por cada 2 hectáreas plantadas y manejadas se puede generar 1 puesto directo permanente de trabajo en las etapas de vivero, plantación y cosecha, y se estima que por cada empleo directo se generan entre 0,8 a 1,6 empleos indirectos en servicios de apoyo de silvicultura y entre 1,6 y 3 empleos indirectos en la industria (Dalla Tea y Morales Solís 2005; Schwarz *et al.* 2015).

GENERACIÓN DE VALOR AGREGADO

La actividad forestal se caracteriza por tener un importante efecto multiplicador con el desarrollo de distintos procesos a lo largo de su cadena de valor. Por ejemplo, dependiendo del tipo de producto y mercado, el valor bruto de un pie de madera puede verse incrementado desde el rollizo hasta el producto terminado entre 8 a 24 veces (Figura 4).



Figura 4. Diagrama de generación de valor agregado y mano de obra a lo largo del ciclo productivo.

Esto se ve claramente reflejado en el aumento del precio de la madera rolliza en función de su diámetro en punta fina, es decir, el valor de los productos que obtenemos de la plantación se va incrementando desde los raleos hasta la cosecha. Según datos relevados por el Colegio de Ingenieros Forestales de Misiones y publicados en sus boletines de precios, la madera rolliza con destino a debobinado alcanza precios 2,6 veces superior a la madera de raleo, y 1,5 veces superior a madera de igual diámetro sin poda (Figura 5).

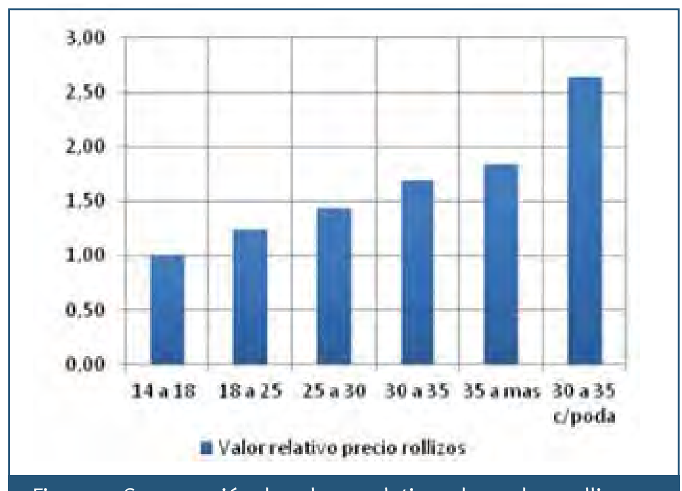


Figura 5. Comparación de valores relativos de madera rolliza sin poda y con poda. Se indican rangos de diámetros en punta fina en cm.

CONCEPTOS GENERALES PARA EL ANÁLISIS ECONÓMICO: HABLANDO EL MISMO IDIOMA

En este apartado se presentan en forma sencilla algunos conceptos económicos generales sobre los distintos tipos de costos y estimación de ingresos, con el fin de tener una base común de cálculo y análisis económico, que permita hacer comparaciones y aportes a la toma de decisiones económico-financieras cuando se requiera abordar el análisis de un caso determinado, tanto ex ante (previo a la inversión, que en este caso es la plantación) como ex post (después de que se realiza la plantación y se necesita conocer el resultado operativo de un proceso como una poda o un raleo).

¿CÓMO SE CLASIFICAN LOS COSTOS?

Cuando se piensa cual es el costo de producción de madera en Patagonia, implica tener en cuenta muchas cosas. En primer lugar se refiere a los insumos que serán necesarios para producir una determinada cantidad de rollizos o de m^3 en un determinado tiempo (turno de corta). Generalmente esto va de la mano con una unidad de producción que suele ser la hectárea. Por lo tanto, para estimar el costo de producción total se deberán computar todas las asignaciones de bienes, insumos y servicios necesarios para lograr la producción. En consecuencia, vemos que el costo total de producción forestal no solo involucra los gastos en efectivo (ej. gas oil), sino que además debe tener en cuenta las depreciaciones (amortización de vehículo utilitario) e intereses de los bienes de capital involucrados.

Costo total= Gastos + depreciación + intereses

Los insumos y bienes de producción se incorporan en el proceso productivo con una estructura y tecnología determinadas. A partir de ello y como ejercicio básico de costeo (estimación de los costos), pueden calcularse y clasificarse según el grado de afectación o según su comportamiento dentro del costo total.

- **Costo según el grado de afectación.** Los costos pueden analizarse durante el proceso productivo, según la forma en que afectan económicamente al productor forestal, con lo cual va a haber costos directos y costos indirectos. En el primer caso, afectan en forma “directa”, ya que surgen durante el proceso productivo (ej. mano de obra de plantación, de podas o de raleo). En el segundo caso, no surgen como producto del proceso productivo, sino que forman parte de la estructura fija mínima y necesaria para administrar y gestionar el negocio (ej.: mantenimiento y reparación de caminos, maquinaria e implementos, impuestos, seguros, etc.).

- **Costo según el comportamiento.** Además del grado de afectación, los costos poseen una dinámica diferente en la medida que el proceso productivo es operativo, por lo tanto los costos puede ser de carácter fijo o variable.

Costos fijos: los costos fijos son aquellos en los que el productor forestal incurre siempre, independientemente de la cantidad de producto final que se obtenga. En este caso, son mayores o menores en magnitud según la escala productiva. Por ejemplo, un productor

debe realizar determinadas labores culturales (ej.: poda o mantenimiento de cortafuegos o prevención de incendios, entre otros). Nótese en este caso que independientemente los m^3 que se extraigan, dichas labores deben ser realizadas para poder obtener la producción en tiempo y forma.

Al mismo tiempo, desde el punto de vista de la ejecución efectiva si analizamos el resultado operativo de un ejercicio, los costos fijos pueden ser de carácter tangible (ej.: gasto de labores que deben pagarse en efectivo). Pero teniendo en cuenta que existe una estructura productiva fija, definida por el valor de los capitales de explotación, hay costos fijos de carácter intangible (ej.: depreciación del alambre perimetral o de equipos destinados a lucha contra incendios, entre otros). A continuación se describe brevemente el concepto de depreciación comúnmente llamado amortización.

El concepto de ***depreciación*** se materializa a través de la pérdida de valor que sufre un bien de capital (ej.: tractor), el cual es afectado al proceso productivo y presta utilidades durante varios períodos (pueden ser temporadas o años). Dicha pérdida de valor, puede darse por el desgaste mismo que surge de su utilización, o bien por la pérdida de valor por su obsolescencia en el mercado. Para estimar la depreciación de un bien afectado a un proceso dentro de un período productivo, generalmente se calcula la cuota de amortización simple o la cuota de amortización según el tipo de bien de capital.

- Cuota de amortización simple: es cuando un bien de inversión no presenta valor residual (o sea no posee capacidad de uso o venta efectiva al finalizar su vida útil) y su valor se obtiene, dividiendo el valor a nuevo del bien sobre su vida útil. (ej. tanque australiano).

- Cuota de amortización compuesta (CA):es la que surge de cuando se resta el valor residual al valor a nuevo de un bien y se lo divide por su vida útil teórica. A continuación, la fórmula básica para el cálculo de la cuota de amortización compuesta:

$$CA = \frac{VN - VRP}{VU}$$

Donde:

VN: valor a nuevo

VRP: valor residual pasivo. Es el valor que aún le queda al bien de inversión a pesar de que su vida útil "teórica" ha terminado. (ej.: el valor de reventa que le queda a una camioneta después de los 10 a 20 años de vida útil teórica que se le suele dar).

VU: vida útil

Interés (costo de capital): es considerado como costo del capital utilizado para la actividad productiva. Esta situación ocurre por ejemplo en el caso de solicitar un préstamo donde se cobra un interés por el capital solicitado a préstamo. De igual modo podemos considerar el interés al inmovilizar durante un tiempo determinado un monto de dinero para el desarrollo de la actividad. En este caso estaríamos frente al costo de oportunidad del capital inmovilizado, para lo cual podemos tomar como referencia otra alternativa de

inversión de igual riesgo y plazo. Teniendo en cuenta esta situación, podemos decir que se lo utiliza para calcular el ingreso neto de la actividad para un período o ejercicio operativo determinado. Para ello sólo se debe imputar la tasa real de interés que se ha tomado del mercado para solventar la necesidad de capital.

Costos variables: los costos variables tienen carácter móvil, ya que los mismos surgen como producto del nivel de producción. Por lo tanto el monto total de los mismos aumentan o disminuye si se incrementa o si disminuye la producción (Ej.: gasto de cosecha definido por la cantidad de m^3 extraídos).

Además podemos considerar los costos de acuerdo al tiempo en que fueron ejecutados. En este caso un costo es "relevante" cuando al comparar dos o más alternativas es importante considerarlo para la toma de una determinada decisión (Chacon Contreras 1995).

Ejemplo: en el caso de un productor que está al final del ciclo de su plantación y necesita conocer en qué momento realizar la cosecha final, los costos de plantación, poda y raleos, son considerados "costos irrelevantes", y en este caso se denominan "costos históricos" porque ya están gastados y cualquiera fuese su monto no influyen en la decisión que se debe tomar a futuro. Por lo tanto, el resultado para esta situación depende solamente de los costos e ingresos que el propietario tendrá a futuro.

- ¿Qué es el costo de oportunidad? El costo de oportunidad es el ingreso neto que se deja de percibir por seleccionar una alternativa y descartar otra. Es un costo implícito y no constituye un desembolso de dinero (Chacon Contreras 1995). En la práctica económica financiera de largo plazo, para calcular el Valor actual neto (VAN) utilizamos la tasa de descuento (TD). En este caso es el costo de oportunidad implícito que se le exige al proyecto de negocios que se esté evaluando, entendiendo que se está dejando de lado otra alternativa de inversión que nos daría una rentabilidad determinada. Lógicamente la alternativa de inversión abandonada debe tener un nivel de riesgo similar.

Por ejemplo, si debemos decidir si realizamos una forestación, y para ello debemos clausurar esa superficie para pastaje durante un período de 10 años, entonces corresponde considerar en nuestro análisis económico el costo de oportunidad generado por los ingresos netos que se dejan de percibir por tener menos superficie para pastaje.

QUÉ INDICADORES DE RENTABILIDAD SE UTILIZAN Y CÓMO SE INTERPRETAN SUS RESULTADOS?

Para calcular los indicadores de rentabilidad es necesario proyectar un flujo de fondos donde se expongan todos los ingresos y egresos correspondientes al período de la inversión (ej.: turno de corta). Una vez establecido el flujo de fondos, se determinan los principales indicadores de evaluación económica de proyectos de inversión de largo plazo. Los parámetros normalmente utilizados son el VAN (valor actual neto), la TIR (tasa interna de retorno), el PRI (período de recupero de la inversión) y VPS (valor potencial del suelo). Todos ellos pueden ser analizados por medio de planillas de cálculo.

• **El valor actual neto (VAN)**

Es la determinación del valor actual de todos los ingresos y egresos del proyecto forestal generados a lo largo del ciclo de vida de la plantación. Con él se determina el cambio de riqueza que obtendrá el productor / inversor a valor de hoy. Para determinarlo se debe utilizar una tasa de descuento (TD) la cual actualiza los montos proyectados a futuro, a valor presente. Para definir la tasa de descuento se utiliza como referencia el concepto del costo de oportunidad del dinero. El criterio utilizado para una inversión de largo plazo es utilizar como referencia las tasas de interés mínimas, o sea las más bajas del mercado financiero. Las fuentes de referencia pueden ser tanto nacionales como internacionales para colocar dinero a largo plazo (ej.: bonos del tesoro nacional o de otro país desarrollado, que asegure la renta, la cual es generalmente baja, ej.: bonos del tesoro de Estados Unidos). Este concepto no es menor ya que el productor forestal, al igual que el resto del empresariado argentino toma como referencia las tasas de interés de alternativas de inversión de corto plazo, o peor aún la inflación del momento. En este escenario generalmente no hay proyecto de inversión que "aguante" ya que las tasas son elevadas y se corresponden a un período de tiempo acotado a una coyuntura específica. Las tasas de interés pagadas por inversiones financieras u otra actividad económica en el largo plazo, amortiguan las grandes fluctuaciones del interés del capital en el tiempo, ya que por ejemplo a lo largo de 35 a 40 años (turno de corta medio en Patagonia) puede haber tasas de interés bajas e incluso deflación económica con lo cual el costo de oportunidad es menor. Esto nos indica que las tasas de descuento a utilizar para evaluar la actividad forestal, no debería ser mayor al interés pagado por una actividad económica productiva con similar riesgo evaluada a largo plazo (por ejemplo ganadería o fruticultura) o bien por la referencia del mercado financiero de largo plazo, ya que serían las tasas de referencia de rentas esperadas a largo plazo de forma relativamente segura (históricamente rondan entre el 4 % y el 8 %).

Consideraciones del VAN: brinda una idea de la magnitud del proyecto, pero no es una medida absoluta ya que depende de la tasa de descuento. Es un parámetro útil para comparar proyectos mutuamente excluyentes (con lo cual siempre opto por el mayor VAN). Para que el proyecto sea económicamente viable, el VAN siempre debe ser mayor que cero (0). Cuando se comparan proyectos mutuamente excluyentes deben ser igualados en magnitud, tiempo y riesgo. En la medida que elevemos la tasa de descuento (seamos más exigentes con la rentabilidad esperada), el VAN disminuye.

$$VAN = \sum_{t=0}^{T} \frac{Bt - Ct}{(1 + i)^T}$$

Donde:

B_t: :beneficios producidos en el año t

C_t : costos producidos en el año t

T: edad de rotación de la plantación

i: tasa de descuento del capital

• Tasa interna de retorno (TIR)

Representa la medida de interés que arroja la inversión de un determinado proyecto a largo plazo (ej. forestación). Esta se determina despejando a "i" (tasa de descuento) de la siguiente fórmula:

$$TIR = \sum_{t=0}^{T} \frac{Bt - Ct}{(1 + i)^{T}} = 0$$

Consideraciones de la TIR: Un proyecto es económicamente conveniente cuando la TIR es superior al costo de oportunidad de la inversión alternativa. La TIR es aquella tasa que hace al VAN igual a cero (o). Para su cálculo siempre debe haber un solo cambio de signo en el flujo de fondos. Es útil para ordenar proyectos que no se excluyen mutuamente, debiendo priorizar los que presenten una mayor TIR.

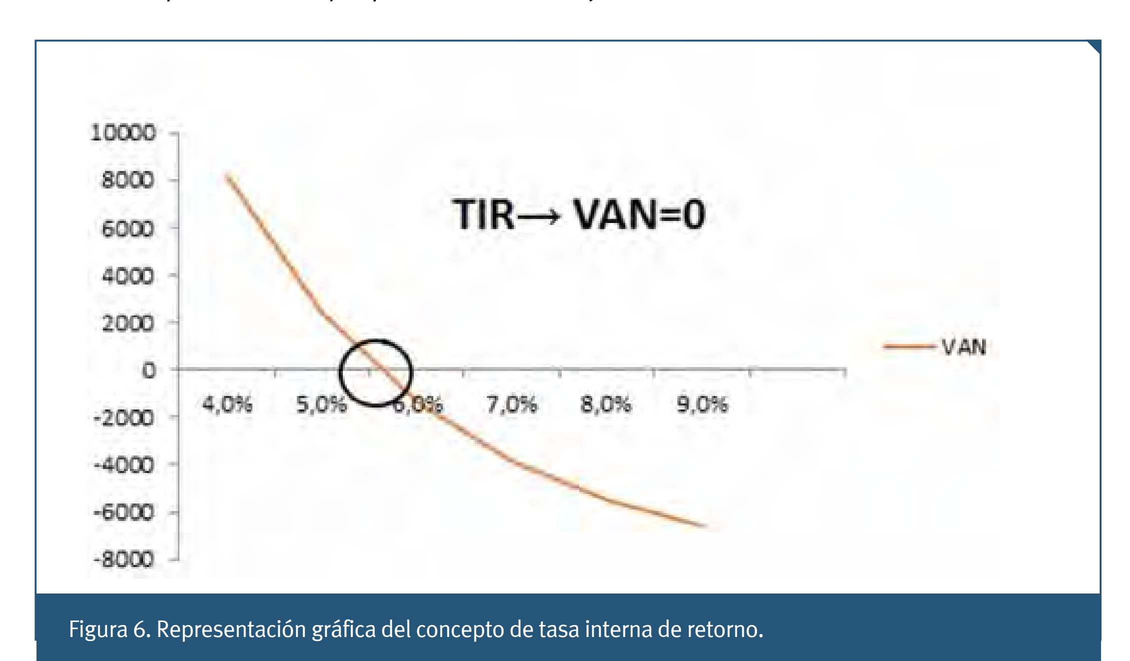


Figura 6. Representación gráfica del concepto de tasa interna de retorno.

• Período de recupero de la inversión (PRI)

Es el número necesario de períodos que necesita el proyecto para recuperar la inversión; consiste en sumar los saldos hasta que el beneficio neto sea positivo.

Consideraciones del PRI: es sencillo de utilizar y entender. Da una idea del tiempo en que se pone en riesgo el capital. Premia a los proyectos que devuelven rápidamente la inversión. No sirve como único parámetro de evaluación de proyectos.

• Valor potencial del suelo (VPS)

El VPS expresa el valor económico del suelo. Depende de la capacidad que éste tiene para producir bienes y servicios, y del valor que éstos alcancen en el mercado. En términos prácticos, es el valor actual de todos los beneficios futuros netos generados por el suelo (Chacon Contreras 1995).

El criterio de decisión en este indicador es seleccionar aquellos proyectos cuyo **VPS** > **0**. Esto Implicará que la diferencia resultante entre ingresos y costos es positiva e incluso neta del costo de oportunidad del capital, el cual está representado por la tasa de descuento seleccionada. Por ejemplo, podríamos evaluar dos alternativas de manejo de una plantación: a) con el objetivo de producir madera de calidad donde debo incluir raleos y podas y b) con destino a generar biomasa. Entonces, calculamos el VPS de cada alternativa utilizando la misma tasa de descuento, y la opción que posea mayor VPS sería la más conveniente para el productor según este indicador.

$$VPS = VAN * \frac{(1+i)^T}{(1+i)^T - 1}$$

Otro ejercicio importante que debe realizarse durante el proceso de evaluación económica es la determinación del punto de equilibrio del negocio (P.E.). Éste nos dice cuál debe ser el nivel de producción mínima que deberá arrojar la plantación forestal para que los costos fijos (CF) más los variables (CV) sean exactamente iguales a la suma de los ingresos que sean capaz de pagar dichos costos. Los ingresos se ven representados por el precio del producto (P), multiplicado por la cantidad estimada de producción de madera (Q). Es importante que el lector sepa que este cálculo no es un método de evaluación de rentabilidad, sino que es una técnica que como resultado nos arroja un indicador interesante para tomar decisiones.

Entonces:

$$P.E\ (unidades) = \frac{CF}{P - CVu}$$

$$P.E\ (ventas\$) = \frac{CF}{1 - \frac{CV}{P * Q}}$$

La figura 7 muestra el punto de equilibrio en forma gráfica.

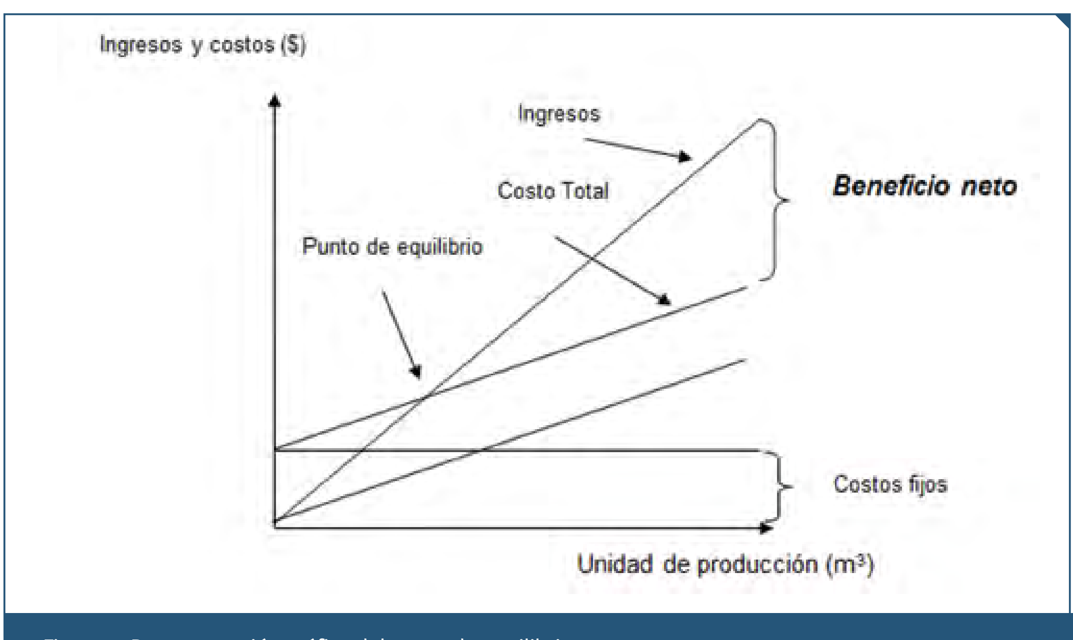


Figura 7. Representación gráfica del punto de equilibrio.

Ejemplo.

Cálculo del punto de equilibrio para el servicio de extracción con tractor y malacate en un 2º raleo de una plantación

CF: costos fijos (ej. Sueldo de 2 empleados, amortizaciones, alquiler de máquinas, etc)= 35.000 $/mes

CVu: costos variables unitarios (ej. combustible, insumos, logística, etc.)= 100$/$m^3$

Precio por m^3 rollizo puesto en cancha= 200$/$m^3$

P.E. = 35.000/(200-100)

P.E. = 350 m^3

El punto de equilibrio estimado es de 350 m^3, con ese volumen de extracción el prestador de servicios cubre sus costos totales pero no obtiene beneficios. Para comenzar a obtener beneficios la empresa deberá superar ese volumen de extracción mensual.

¿CÓMO CALCULAR EL COSTO DE UNA TAREA CULTURAL?

Anteriormente se revisaron los principales conceptos y métodos de evaluación económica de largo plazo. En este punto seguiremos revisando los resultados económicos de la actividad forestal en Patagonia pero desde una óptica operativa. Esto implica que la perspectiva de evaluación económica en cuanto al tiempo está orientada al corto plazo, con lo cual evaluamos un proceso específico (ej: plantación) o un resultado operativo de un ejercicio anual.

PRINCIPALES FACTORES QUE INTERVIENEN EN LOS COSTOS DEL MANEJO FORESTAL

El costo de las actividades culturales forestales está relacionado con la especie a plantar, el esquema de manejo, el sitio, la escala de la actividad, la tecnología que se utilice, la distancia al centro de abastecimiento, el costo y la productividad de la mano de obra, por citar algunos de los factores más relevantes. Por ello, el costo de una actividad puede diferir entre distintos productores o prestadores de servicios o entre una operación y otra. A su vez, pueden existir diferencias en función de las particularidades de cada empresa, ya que la eficiencia en el uso de los factores de la producción puede variar entre ellas.

La ***selección de la especie*** para forestar tiene incidencia directa en el costo de plantación y reposición; además también influirá en los rendimientos de poda y por ende en los costos de esa actividad, ya que la disposición de ramas en el fuste varía en función de la especie. En función de la aptitud del sitio, la selección de la especie influirá en el turno de corta y los volúmenes de madera a obtener en cada intervención. Un aspecto no menor a tener en cuenta, es que además de la aptitud intrínseca de la especie, la calidad de plantas jugará un rol de suma importancia en todo el proceso.

El ***esquema de manejo*** expresa las pautas y criterios para guiar el desarrollo de una plantación según los objetivos buscados. Esto tiene incidencia directa en el costo de las actividades, por ejemplo en la cantidad de plantas a podar y la altura de poda, en la cantidad, en el tratamiento de los residuos forestales, en las medidas fitosanitarias y en la cantidad y tamaño de plantas a extraer en cada intervención.

Algunas ***características del sitio*** como: pendiente, exposición, tipo y profundidad de suelo, precipitación, pueden afectar el costo de las tareas forestales ya que el rendimiento de los operarios puede verse afectado. La tecnología de arrastre tendrá directa relación con el tipo de suelo y pendiente del sitio, y esto también tendrá incidencia en los rendimientos durante las tareas de aprovechamiento y tratamiento de los residuos. Variables ambientales como la precipitación afectarán la cantidad de días caídos por fenómenos climáticos.

La e***scala de la actividad*** tiene relación con los medios disponibles para realizar una operación en forma eficaz y eficiente, podemos expresarla por ejemplo en términos de superficie a podar por año o volumen de raleo a extraer por mes, etc. Cualquier intervención demandará un nivel de organización y de recursos que permitan desarrollar las tareas de forma adecuada. En muchos casos, las tareas que se realizan en superficies pequeñas y/o en plantaciones dispersas, pueden ocasionar un incremento en los costos unitarios debido a que el productor o prestador de servicios no puede utilizar de forma eficiente sus recursos disponibles (humanos, tecnológicos y/o financieros) o también podrían aumentar los costos de logística.

La ***tecnología*** utilizada para realizar las tareas silvícolas y de aprovechamiento influye en los costos y rendimientos de las operaciones, en los requerimientos de capital de la empresa, y afecta la organización y nivel de capacitación de sus recursos humanos, por ejemplo el apeo con motosierra y arrastre con bueyes en comparación con el sistema de aprovechamiento con cosechador forestal.

La ***distancia al centro de abastecimiento*** afecta los costos de logística, traslado de personal, la necesidad de montar campamentos e infraestructura de apoyo, y el costo de flete de materiales e insumos.

El ***costo y productividad de la mano de obra*** es uno de los principales factores que afectan el costo de las labores culturales en nuestra región debido a que, hasta el momento, su nivel de mecanización es incipiente. Depende de varios factores, entre ellos la planificación y organización de las tareas, el nivel de capacitación del personal, los recursos tecnológicos disponibles, las características particulares del lugar de trabajo, la motivación y retribución de los empleados.

¿QUÉ VARIABLES SE DEBEN CONSIDERAR?

Para realizar el cálculo de costos operativos de una determinada actividad, se propone considerar las siguientes variables:

- costo de mano de obra (supervisión, técnico, motosierrista, plantador, cocinero, etc.);

- costo de materiales e insumos (plantas, palas, combustible, lubricantes, ropa de trabajo, elementos de seguridad, etc.);
- costo de mantenimiento de vehículos y herramientas (utilitario, camión, tractor, motosierra, etc.);
- costos de logística (campamento, comida, transporte de personas y materiales);
- costo de administración y dirección técnica;
- costo de amortización directa (vehículos, herramientas, etc.);
- costo de capital de explotación y circulante.

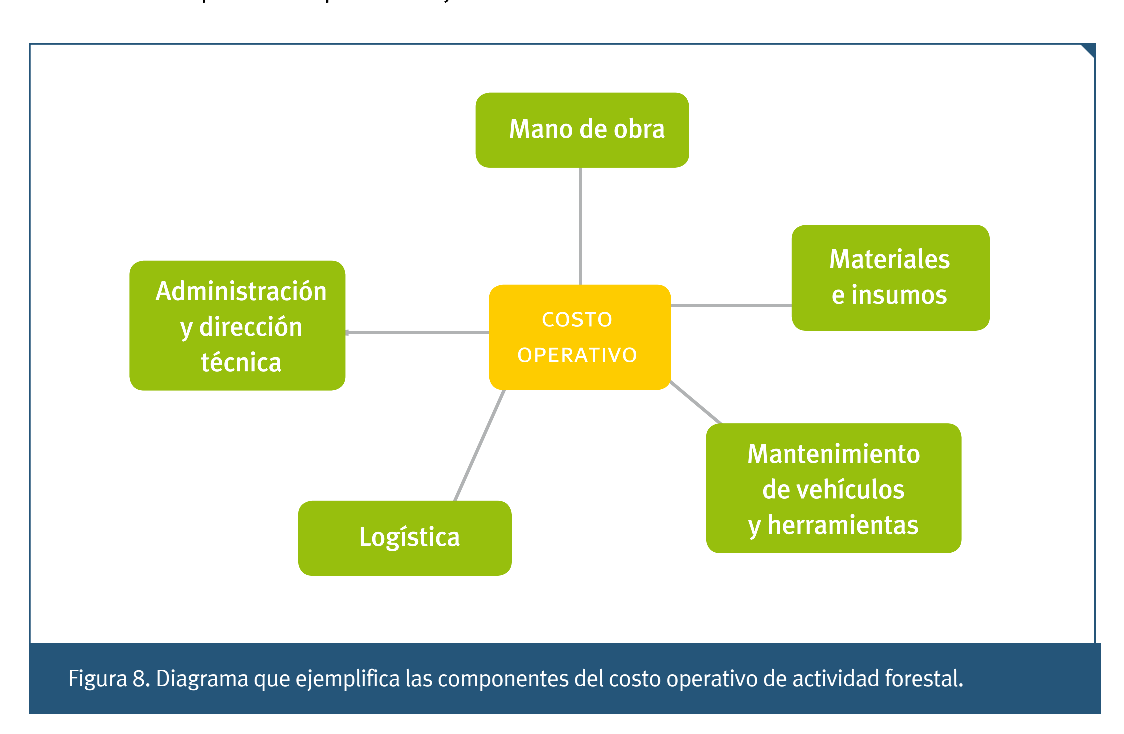
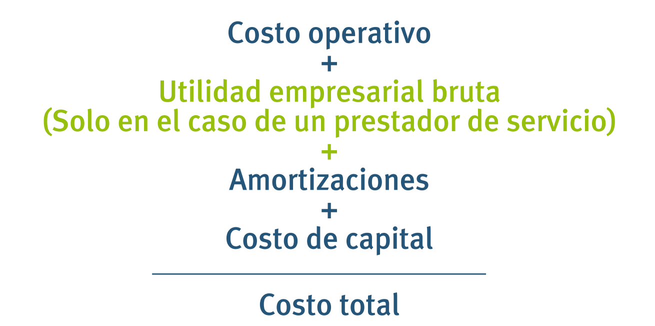


Figura 8. Diagrama que ejemplifica las componentes del costo operativo de actividad forestal.

La sumatoria de los costos arriba mencionados da como resultado el costo operativo de realizar una actividad. Para obtener el costo total de realizar una determinada labor para un *productor*, se deben sumar las amortizaciones y el costo de capital.

En el caso de *prestadores de servicios* se debe tener en cuenta también la utilidad empresarial bruta, es decir la utilidad antes de los impuestos.



Es importante seleccionar y mantener una base de asignación de los costos que sea simple y fácil de identificar; se propone utilizar una unidad de superficie o volumen de materia prima que dependerá del caso. Se deben conocer entonces los coeficientes técnicos por unidad de superficie, por ejemplo cantidad de jornales por hectárea o cantidad de litros de gasoil del tractor por m^3 de rollizo extraído. Ello facilitará el cálculo y la comparación con otras situaciones similares.

¿QUÉ INGRESOS SE ESPERA OBTENER DE LAS PLANTACIONES?

Los ingresos surgen como producto de los bienes y/o servicios que se obtienen durante el proceso productivo. Para poder realizar un análisis económico, se debe poner en valor a la producción obtenida, para ello se debe definir el Ingreso Bruto de la Producción (IB).

El cálculo del ingreso bruto de la producción (IB), se obtiene de la sumatoria de todos los productos y subproductos de la actividad, que multiplican el volumen de producción (cantidad ej: m^3 de rollizo o m^3 de leña) por el precio que se obtiene por cada tipo de producto. En el caso que se clasifique el producto, se debe multiplicar el precio por la cantidad específica. En todos los casos se debe restar siempre la merma o pérdidas en la cantidad. Entonces:

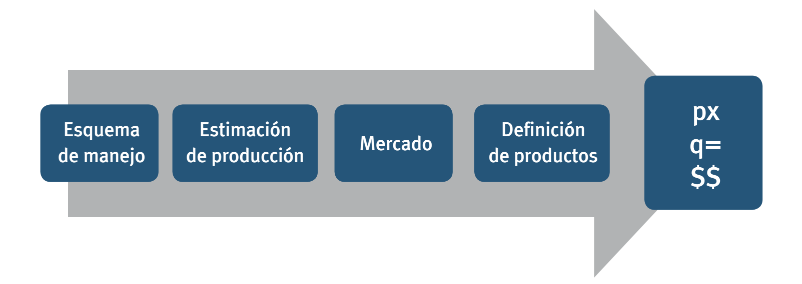
$$IB = \sum P * Q$$

Donde: $\sum$ sumatoria de todos los productos y subproductos de la actividad, P = Precio y Q= Cantidad (Cantidad que se vende – pérdidas del proceso)

PRODUCCIÓN MADERABLE

Desde el punto de vista de la producción de bienes maderables, el cálculo de los ingresos generados durante el ciclo productivo de un cultivo forestal, se obtiene al considerar los ingresos obtenidos por la venta de productos generados durante el primer y segundo raleo comercial y la cosecha final. En función de la tabla de producción de cada especie para una determinada calidad de sitio se espera obtener rollizos debobinables, rollizos aserrables, postes, puntales, leña y/o residuos chipeables.

Para estimar la producción por calidad de sitio, en primer lugar se deben definir las características de los productos que se extraerán durante los tratamientos culturales. La definición de un producto no sólo depende de las características de la materia prima sino también de las necesidades del mercado en un contexto espacio-tiempo determinado. Considerando que la actividad foresto industrial en la región patagónica se encuentra en un estadío de desarrollo aún incipiente, se toman como referencia, para pino ponderosa, las tendencias de mercado en términos de largos, diámetros en punta fina y precios prevalecientes en la región del NEA Argentino para pino resinoso, a través del Boletín de Precios del Colegio de Ingenieros Forestales de Misiones. Otro mercado orientativo es el chileno para pino radiata (*Pinus radiata*) y pino oregón por medio del Boletín de Precios de INFOR.



Por otra parte, para calcular el volumen maderable por calidad de sitio, una de las herramientas disponibles es la planilla "Trozando 2.0" (Getar *et al.* 2013), que consiste en una plataforma Excel® que emplea funciones de perfil de fuste específicas, que permiten estimar el diámetro a cualquier altura en el fuste de un árbol de una especie dada. Los requisitos son: disponer del diámetro a la altura del pecho, altura total del árbol y la altura en que se quiere conocer el diámetro del fuste. La planilla estima el volumen del árbol cubicando pequeñas trozas sucesivas de por ejemplo 10 cm de largo, utilizando la fórmula de Smalian (Prodan *et al.* 1997). Su acumulación permite estimar el volumen hasta una cierta altura, o entre dos alturas determinadas, definidas por el comienzo y fin de la troza que se quiere cubicar. En la Región Andino Patagónica de Argentina, están disponibles este tipo de funciones para pino oregón (Davel y Trincado 2000) y pino ponderosa (Letourneau y Andenmatten 2000).

INGRESOS ADICIONALES APLICANDO ESQUEMAS DE SILVOPASTOREO

La actividad ganadera en la cordillera patagónica es una de las actividades principales de los productores, e importante fuente de ingreso; inclusive en áreas con bosque nativo. Desde el punto de vista técnico ambiental, se ha observado que esta actividad en esas áreas posee un bajo nivel de manejo, lo cual se traduce en zonas de bosque nativo con alto impacto ambiental.

Sin embargo hay otras experiencias de silvopastoreo en bosque implantado, que vienen demostrando muy buenos resultados. Estos se basan en la implementación de un buen plan de manejo ganadero y silvícola, con lo cual se pueden obtener ingresos anticipados muy interesantes. Este tipo de ingresos anticipados son generados por la actividad ganadera, la cual le permite al productor forestal minimizar el lucro cesante que le genera la actividad forestal tradicional. Lógicamente, la combinación de ambas actividades en un mismo sitio tiene un costo económico, el cual se traduce en un menor volumen de productos madereros. Los análisis económicos preliminares (Claps y Caballé, 2015), nos muestran que tanto la actividad forestal tradicional como el silvopastoreo son rentables a bajas tasa de descuento y con apoyo financiero estatal. Sin embargo la actividad forestal tradicional estaría arrojando un mejor VAN, a precios y costos actuales. Esto indica que al final del turno de corta en la forestación tradicional, los ingresos proyectados superarían en mayor proporción los costos proyectados. Cabe mencionar que la actividad forestal tradicional, presenta como desventaja no solo un mayor lucro cesante, sino que además posee una mayor demanda financiera, ya que la proyección de los costos operativos totales, supera ampliamente a la demanda de dinero para cubrir los costos operativos de un esquema silvopastoril. Para mostrar las diferencias económicas y financieras entre ambas actividades, e incluso con la ganadería tradicional, se presenta a continuación una tabla resumen (Tabla 1)

Tabla 1. Comparación económica y financiera entre la ganadería tradicional, la forestación tradicional y el sistema silvopastoril.

Ganadería tradicional	• **Buenos precios** • **Altos costos fijos** • **Poca eficiencia natural del sistema** • **Mejores resultados por escala y tecnología**
Forestación tradicional	• Bajos precios actuales • Altos precios (mediano y largo plazo) • Alta demanda financiara • Vulnerabilidad del sistema (ANR) • Buen volumen productivo
Sistema silvopastoril	• Combina lo mejor de ambos • Vulnerabilidad del sistema (ANR • Minimiza riesgo • Mejor recupero de inversión • Renta similar a forestación tradicional y altamente superior a la ganadera tradicional • Mejor flujo de caja interanual (ingreso ganadero) • **Posibilidad de mejoras tecnológicas!**

INGRESOS POR PRODUCTOS NO MADERABLES: EJEMPLO HONGOS COMESTIBLES

Fernández *et al.* (2012) analizaron la incidencia del aprovechamiento del hongo del pino en la rentabilidad de la forestaciones. Junto con las plantaciones, comenzó a proliferar el hongo comestible *Suillus luteus*, estimándose una productividad promedio anual en seco para la región de 35 kg ha^{-1}. La explotación económica de este recurso es realizada informalmente, constituyendo una fuente de ingreso adicional para familias de bajos recursos; pero se desconoce la rentabilidad que su aprovechamiento puede aportar a los productores como complemento a la producción de madera. En este estudio se plantearon dos objetivos: evaluar la capacidad del hongo comestible *S. luteus* para mejorar la rentabilidad del productor forestal, y evaluar el aporte al ingreso familiar que representa la recolección y venta de este producto. Para ello se incorporaron los costos e ingresos de la cosecha y secado de los hongos al flujo de caja del productor forestal, estimando los indicadores de rentabilidad correspondientes. Además, se calcularon indicadores socioeconómicos de los aportes al ingreso familiar que la explotación informal del recurso podría brindar. Los resultados indican que es posible mejorar la rentabilidad del productor forestal mediante la venta del producto seco en aquellos casos en los que la productividad de *S. luteus* es elevada, dado que la tasa interna de retorno crece entre 5 y 8 %. En el caso de las familias recolectoras, si bien recibirían mayor retribución por hora de trabajo vendiendo el producto fresco, el ingreso total es mayor vendiéndolo seco.

INGRESOS POR APORTES NO REINTEGRABLES GUBERNAMENTALES

La Nación a través de la Ley Nacional 25.080 de Inversiones para Bosques Cultivados prorrogada por la Ley 26.432, brinda apoyo económico al sector forestal a través de Aportes No Reintegrables (ANR). Además, los gobiernos provinciales se suman a esta política de promoción con distintos incentivos. Un breve resumen es presentado en las Tablas 2, 3, 4 y 5, mostrando las principales herramientas disponibles a través de las ventanillas de Nación, Provincia del Neuquén, Río Negro y Chubut respectivamente.

Tabla 2. ANR del Estado Nacional.

ESTADO NACIONAL	BREVE DESCRIPCIÓN
Ley Nacional N°25080 de Inversión para Bosques Cultivados	Brinda Apoyo Económico No Reintegrable (ANR) y beneficios fiscales para: 1) plantación de bosques maderables; 2) cortinas; 3) podas (hasta tres intervenciones); 4) primer raleo no comercial; 5) manejo de rebrotes; 6) enriquecimiento de bosque nativo; ANR: hasta 500 ha de plantación, cubre el 80 % del costo estimado según provincia, zona, especie y cantidad de plantas por ha. Para la poda, primer raleo no comercial, manejo de rebrotes cubre el 70 % de los costos estimados por la Dirección de Producción Forestal, en base a información relevada por aportes de las cámaras, instituciones, productores y profesionales relacionados con la actividad forestal. Hay distintas modalidades de presentación según la superficie y tipo de productor: productor individual, pequeño productor y comunidad indígena. En estos últimos dos casos con la posibilidad de recibir un 50% del ANR en forma adelantada Fue prorrogada por la Ley Nº 26432
Derecho Real de Superficie	El derecho de superficie es un derecho real temporario, que se constituye sobre un inmueble ajeno, que otorga a su titular la facultad de uso, goce y disposición material y jurídica del derecho de plantar, forestar o construir, o sobre lo plantado, forestado o construido en el terreno, el vuelo o el subsuelo, según las modalidades de su ejercicio y plazo de duración establecidos en el título suficiente para su constitución y dentro de lo previsto en este título y las leyes especiales. (Ver ANEXO III)
¿Dónde consultar?	Dirección de Bosques de la provincia donde se lleve a cabo el proyecto Dirección de Producción Forestal de la Nación – Técnicos Regionales 1.1 ING. AGR. GUILLERMO MELZNER 0294 - 15 - 4635437 dpfpatagonia@gmail.com 1.2 ING. FTAL. GABRIEL ZALAZAR 1.3 0294 - 15 - 4391068 zalazargabriel08@gmail.com http://patagoniaandinaforestal.blogspot.com.ar/p/promocion-forestal.html Área Técnica (011) 4363-6178/79 inforestal@minagri.gob.ar Paseo Colón 982 Anexo Jardín 1° Piso (1063) Ciudad de Buenos Aires

Tabla 3. ANR de la provincia del Neuquén.

PROVINCIA DEL NEUQUÉN	BREVE DESCRIPCIÓN
Régimen De Incentivos Forestales (Ley Nº 2.482)	Aporta ANR a través de los siguientes programas: implementación de forestaciones comunitarias, implementación de forestaciones de pequeños productores, implementación de forestaciones de medianos y grandes forestadores, manejo de plantaciones forestales implantadas (poda y raleo). En el Programa Certeza Forestal se adelantan a los productores los fondos necesarios para iniciar las tareas de plantación ya sea en secano como bajo riego en las áreas alcanzadas por el Programa. Por otra parte, existe un sub-programa silvo-ganadero con lucro cesante para plantaciones en áreas de secano. Esta modalidad prevé la compensación de proyectos que involucren una superposición de actividades productivas forestales y ganaderas sobre la misma área, que impliquen la exclusión de ganado a los fines de lograr el establecimiento de la plantación. En el caso de la provincia del Neuquén los beneficios nacionales y provinciales son adicionales.
¿Dónde consultar?	Téc. Ftal. Univ. Uriel Mele y Téc.Ftal. Univ. Mauricio Mazuchelli Dirección General Regional Norte. Calle Lamadrid Nº 150 (8353) Chos Malal. TE 02948 421243/422192. Dirección General Regional Centro. Elena de Vega 472 1º Piso (8340) Zapala. TE 02942 430030. Dirección General Regional Sur. Calle Roca 15 (8837) Junín de los Andes. TE 02972 491635. Dirección General Regional Confluencia Neuquén. Calle Antártida Argentina 10 1º Piso (8300) Centenario. TE 0299 489-7305.

Tabla 4. ANR de la provincia de Río Negro.

PROVINCIA DE RÍO NEGRO	BREVE DESCRIPCIÓN
Resolución 1941/13 Fondo Fiduciario de Desarrollo Forestal (FFDF)	Presenta el régimen de "Promoción de Actividades Forestales Rionegrinas" (PrAFoR). Si bien el fondo tiene previsto otorgar beneficios para las actividades de plantación y tareas silvícolas,. se adelanta el ANR de Nación a todas las actividades que plantea la Ley N°25.080 hasta 10 has de plantación y 50 has de manejo silvícola. En la operatoria, el plan aprobado por la provincia va a Rio Negro Fiduciaria SA, quien con la certificación de actividad, realizada entrega el 50% del ANR de la Ley N° 25080 y a Certificación de LOGRO el otro 50%. En el caso de las actividades silvícolas se entrega el 100% una vez certificada la finalización de la obra.
¿Dónde consultar?	Dirección de Bosques de Río Negro http://www.direcciondebosques.rionegro.gov.ar Servicio Forestal Andino Bariloche Ing. Agr. Fernando Salvaré Pasaje Gutierrez 983. Bariloche *(0294) 443-1113* forestal@bariloche.com.ar Ing. Ftal. Darío Schauman Servicio Forestal Andino El Bolsón Perito Moreno 3570. El Bolsón (0294) 44 92 355 sfandino@elbolson.com Servicio Forestal Andino Beltrán López y Planes 407 (CP8361)

Tabla 5. ANR de la provincia del Chubut

PROVINCIA DEL CHUBUT	BREVE DESCRIPCIÓN
Decreto 1221/14 sistema de Promoción Forestal de la Provincia	Régimen de promoción para: actividades de plantaciones bajo riego y en secano; poda y/o raleo; plantación de bosques comunales; restauración de áreas degradadas; plantaciones forestales para pequeños productores agrupados; promoción al raleo sanitario.
¿Dónde consultar?	Subsecretaría de Bosques de Chubut 1.1.1 Dirección de Fomento y Desarrollo Forestal Ing. Ftal. Fabio Berón Téc. Oscar Torres 25 de Mayo N° 893 (9200) Esquel, Chubut. 02945-451756/456223 plantacioneschubut@gmail.com

¿QUÉ APLICACIONES PODRÍA TENER LA MADERA DE NUESTRAS PLANTACIONES? TENDENCIAS DE MERCADO PARA LA MADERA DE PLANTACIONES

El objetivo del manejo de las plantaciones forestales es lograr que las mismas sean saludables, productivas y con bajo riesgo de incendio. Esto requiere, en gran medida, de industrias que sean capaces de absorber la materia prima que proviene de las mismas. Esta situación se manifiesta en cualquier parte del mundo donde existe bosque nativo y/o plantaciones forestales. Se observa en la bibliografía, que para poder brindar una respuesta a esta problemática, las soluciones son diversas y se emplea un conjunto de estrategias adaptadas a la realidad de cada región.

En el mercado regional, las especies nativas de alto valor están siendo reemplazadas en su uso por especies exóticas de menor valor, particularmente en madera para la construcción, encofrados tirantería y pallets. Esta situación se muestra claramente en la Figura 9 para la provincia de Chubut, donde se observa que a partir del año 2002 se incrementó el volumen maderable extraído de plantaciones de pino en relación al volumen extraído de bosques de lenga y ciprés. Esto se podría deber principalmente a dos factores: por un lado la escasa y decreciente disponibilidad de materia prima de bosques nativos y como consecuencia la disminución de empresas que procesan y ofrecen ese tipo de material, y por otro a la aparición en el mercado de un producto sustituto: especies provenientes de bosques implantados a un precio considerablemente menor. En el caso especial de pino oregón, éste compite en precio con la madera de ciprés, pero debido a su calidad, rendimiento de aserrío y alta demanda, es frecuentemente buscado por los aserraderos.

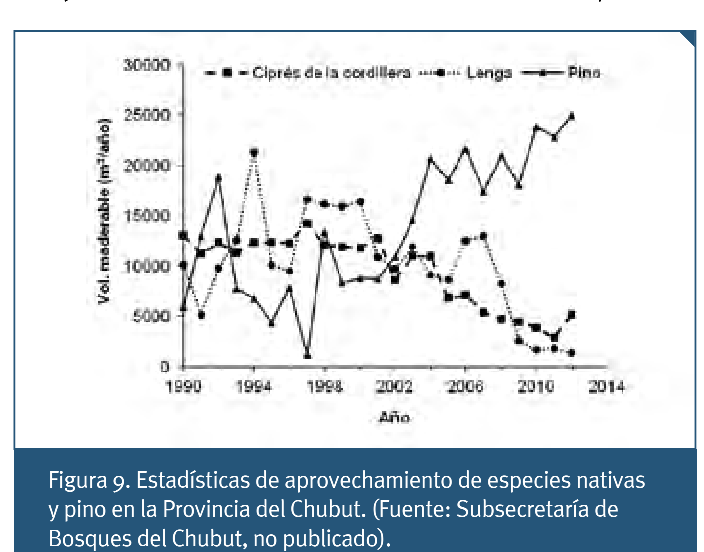


Figura 9. Estadísticas de aprovechamiento de especies nativas y pino en la Provincia del Chubut. (Fuente: Subsecretaría de Bosques del Chubut, no publicado).

Mediante un relevamiento realizado en la provincia de Chubut sobre el mercado de la madera para la construcción, se estimó que la participación de mercado para machimbre elaborado con materia prima de la cordillera es de sólo 9% para pinos blancos y 3% para pino oregón. En el caso de tablas y tirantes, el 22,4 % del volumen comercializado corresponde a pinos y 6,5% a oregón. Esto implica por un lado una fuerte dependencia de productos extra-regionales y por otro una oportunidad para intentar acceder a una cuota de mercado mayor y en crecimiento (Salvador *et al.*, 2006).

A través de entrevistas a informantes clave, se concluyó que el consumidor de nuestra región está fuertemente influenciado por la disponibilidad de productos que encuentra en el mercado, es decir, es el vendedor quien selecciona y recomienda los productos a sus clientes. Por ello un factor fundamental en la decisión de compra es la relación de confianza entre cliente y vendedor. En general el consumidor no diferencia especies, no reconoce marcas ni tampoco origen de los productos. Para estos productos existen dos segmentos bien definidos: uno de menor poder adquisitivo que busca precio y otro de mayor poder adquisitivo que busca calidad y valora atributos de producto (calidad de maquinado, homogeneidad de color, etc.) y atributos de servicio (calidad de atención y respeto de los plazos de entrega). Con respecto a los productos elaborados en la cordillera, los requerimientos de los comercializadores se centran en la estandarización de largos y escuadrías, mejora del embalaje para facilitar la carga, descarga y estibaje, y mejoras y homogenización de la calidad.

Actualmente, se pueden encontrar en Patagonia productos con distinto valor agregado que provienen de las plantaciones de pino de nuestra región. En algunos casos el pino ponderosa se utiliza para fabricar productos finales y en otros como componente de un producto de mayor valor (Salvador *et al.* 2015, inédito). En el relevamiento realizado se pudo observar:

• madera aserrada, • tacos y tablas para fabricación de pallets, • chips para compostaje de lodos residuales, • postes impregnados, • briquetas, • pallets, • machimbre,	• cabañeros para construcción de viviendas, • vigas laminadas, • cabañas de troncos macizos, • casas prefabricadas de madera, • bloques encastrables de madera para construcción de viviendas, • mobiliario de interior.

Mercado local: cambio de uso de maderas nativas por exóticas, comienzan iniciativas de agregado de valor a distinta escala.



Figura 10.Imágenes de productos elaborados con pino ponderosa en el mercado local.

Desde el punto de vista comercial, la mayor parte de las empresas están orientadas a satisfacer el mercado local y su área de influencia. Sus clientes son profesionales, constructores y consumidores finales. El sistema de organización de la producción es a pedido y tratan de tener una oferta diversa en función de sus posibilidades tecnológicas.

A nivel internacional, los bosques de pino ponderosa y pino oregón de Estados Unidos presentan en muchos casos masas boscosas con una muy alta densidad, con árboles de pequeños diámetros (SDU) que son manejados para mejorar su estado sanitario y disminuir el alto riesgo de incendio que presentan esos sitios. En este contexto, para fomentar el uso de SDU el gobierno Americano ofrece capital semilla a empresas para la compra de equipamiento y tecnología para procesar este tipo de material y de esta forma poder generar productos de mayor valor agregado. Con esta política se reducen los costos de restauración y pueden aplicarse tratamientos a escala de paisaje (Livingston 2006).

Un relevamiento realizado por el Servicio Forestal del Departamento de Agricultura USDA y presentado por Livingston (2004 y 2006) para identificar oportunidades de mercado para productos que puedan ser fabricados con este tipo de material de pequeño diámetro, mencionó entre los principales usos los siguientes:

• Pellets para uso residencial y/o industrial, • material para cama de animales y compost, • madera dimensionada y no dimensionada, • cartelería • pallets,	• madera estructural, • madera redonda estructural, • productos de ingeniería, • paneles de paredes para viviendas, • armaduras para techos, • vigas laminadas, • molduras, • pisos.

Mercado Internacional: innovación, diferenciación de productos y soluciones adaptadas a diversas escalas de producción.



Figura 11.Imágenes de productos elaborados con pino ponderosa en el mercado internacional.

CASO DE ESTUDIO: ANÁLISIS ECONÓMICO DE UNA PLANTACIÓN DE PINO PONDEROSA

A modo de ejemplo, se presentan en el siguiente caso de estudio los criterios utilizados para el cálculo de costos y los resultados expresados en forma relativa como litros de gasoil adquiridos en julio de 2015 en Bariloche, Río Negro sin IVA (10,71 pesos por litro) y en dólares a tasa de cambio oficial del Banco Nación (9,195 pesos por dólar para el 14/08/2015).Los rendimientos, valores y coeficientes surgen del trabajo en conjunto con productores, prestadores de servicios y técnicos en talleres realizados para tal fin. El caso fue desarrollado en base a las prácticas actuales que realizan los prestadores de servicios, para una plantación en una calidad de sitio buena (calidad de sitio II), y con la escala de trabajo similar al de las empresas de servicios de la región.

En primer lugar, se explica el objetivo de la plantación y se describe su esquema de manejo. Luego, se detalla un protocolo de cálculo de costos para cada tarea silvícola y se presentan los resultados alcanzados, detallando los componentes del costo en forma relativa. Posteriormente, se muestra el cálculo de ingresos y el flujo de caja con un horizonte de planificación correspondiente al turno de corta, lo que permite calcular la rentabilidad del proyecto. El caso finaliza con un análisis de sensibilidad ante cambios en las principales variables.

Asimismo, en los siguientes sitios web se encuentran disponibles las planillas de cálculo para que el lector pueda descargarlas, modificar los coeficientes, actualizar precios y realizar su propio análisis de costos:

http://sipan.inta.gov.ar/index.php

www.ciefap.org.ar

http://patagoniaandinaforestal.blogspot.com.ar

DESCRIPCIÓN GENERAL

Se analizaron los costos de un proyecto forestal considerando una plantación de pino ponderosa en un sitio de calidad II en un lote de 200 ha. Para el cálculo de costos de transporte se asumió una distancia de 50 km desde el predio hasta la localidad prestadora de bienes y servicios. Los coeficientes técnicos utilizados se obtuvieron a través de informantes calificados, talleres de análisis de costos con productores y prestadores de servicios e información secundaria. Las planillas de cálculo utilizadas en el presente análisis fueron desarrolladas en conjunto entre técnicos y productores durante los talleres, utilizando como base información de proyectos preexistentes (ej. Varela *et al.*. 2015).

El objetivo principal de la plantación es obtener al final del turno de corta 240 pl. ha^{-1} con madera de calidad, libre de nudos en las dos primeras trozas. Para ello se planteó un es-

quema de manejo que consiste en: plantación de 825 plha^{-1}, raleo a desecho y poda hasta una altura de 2 – 2,5m, tres podas de levante hasta alcanzar un fuste libre de ramas de 5,50m (la cuarta poda no se aplica hasta el momento, por lo que no consta en los esquemas de manejo explicados en el capítulo 9), dos raleos intermedios donde se obtendrán los primeros productos comerciales, y la cosecha se realizará en el momento donde la plantación alcance un DAP promedio de 50cm, según se detalla en la Tabla 6.

Tabla 6. Detalle del esquema de manejo.

Esquema de manejo forestal	Edad	Pl./ha Antes	Pl./ha Después	Pl./ha Extraídas	Pl./ha Podadas
Plantación	0	825	825		
Raleo Pre-comercial	8	825	510	315	
1ra Poda	8	510			510
2da Poda	11	510			510
3ra Poda	13	510			300
4ta Poda	15	510			300
1er Raleo Comercial	22	510	350	160	
2do Raleo Comercial	28	350	240	110	
Corta Final	38	240		240	

PROTOCOLO DEL CÁLCULO DE COSTOS

a) ***Costo de preparación, plantación y reposición***: se calculó en base a la plantación de 825 plantas por hectárea de pino ponderosa, estimando una reposición del 20% de las plantas en el segundo año. Se consideró un rendimiento del plantador de 450 pl.jornal^{-1}. El costo de reposición se asumió como un 20% superior al costo de plantación, ya que los operarios tienen una menor productividad por jornal, comparado a una plantación convencional, debido a la dificultad que implica esta labor (buscar plantas muertas, mayor recorrido entre plantas, entre otros). Se asumió un costo de alambrado perimetral de 6000 metros lineales utilizando alambrado eléctrico de 3 hilos, lo que equivale a 30 m lineales ha-^{1}.

b) ***Costo de la primera poda y raleo a desecho:*** se asumió una primera poda con tijerón y motosierra liviana para ramas de más de 5 cm de diámetro hasta una altura de 2 a 2,5m para prevención de incendios, con un rendimiento por jornal de 250 pl.jornal^{-1}. Para el raleo a desecho se consideró un rendimiento de 330 pl .jornal^{-1}.

c) ***Costo de la segunda, tercera y cuarta poda:*** se asumieron dos podas de levante utilizando escalera de aluminio y motosierra de poda, la segunda poda hasta alcanzar una altura de 3 a 3,5m con un rendimiento de 250 pl.jornal^{-1} y la tercera y cuarta poda hasta una altura de 5,2 m utilizando un rendimiento de 150 pl.jornal^{-1}.

d) ***Costo del primer raleo comercial:*** se asumió que los raleos parten de una planificación de las vías de saca desde el inicio del proyecto forestal y emplean apeo dirigido hacia las vías de saca y luego el arrastre se efectúa con un tractor con cabrestante. Se estima que el rendimiento del motosierrista ronda las 35 pl. $jornal^{-1}$ y el rendimiento de arrastre es de 25 $m^3 jornal^{-1}$.

e) ***Costo del segundo raleo comercial:*** se consideró el mismo equipo utilizado en el primer raleo, con un rendimiento del motosierrista que ronda las 28pl.$jornal^{-1}$ y el rendimiento de arrastre es de 30$m^3 jornal^{-1}$.

f) C***osto de tratamiento de residuos:*** se consideró al momento de realizar cada poda un jornal por ha para acomodar y distribuir las ramas sobre la superficie, evitando la formación de montículos; para raleo un jornal de un ayudante por cada dos jornales de motosierrista.

g) ***Costo de cosecha final:*** se consideró el arrastre con tractor y cabrestante con un rendimiento de 35$m^3 jornal^{-1}$ y el rendimiento del motosierrista de 8 pl.$jornal^{-1}$.

h) ***Prevención y control de incendios:*** se contabilizaron gastos anuales principalmente de mantenimiento de cortafuegos suministrados por una estancia de la zona.

i) ***Administración y dirección técnica:*** se consideró un costo anual de 10 % sobre los costos operativos de cada período.

j) ***Utilidad empresarial bruta:*** se consideró que cada actividad era realizada por un prestador de servicios con una utilidad bruta del 25 % sobre los costos operativos.

k) ***Amortizaciones (depreciación de los bienes de capital):*** para el cálculo de amortizaciones se analizó el valor de reventa de cada máquina o herramienta si lo tuviese, y como base de asignación, se utilizó la cantidad de hectáreas en las cuales ese elemento podría ser usado durante su vida útil.

l) ***Costo de capital de explotación:*** se consideró el costo de capital de aquellas máquinas o herramientas utilizadas durante el proceso productivo aplicando una tasa de interés anual del 15%.

m) ***Costo de capital circulante:*** el costo del capital circulante o “líquido”, se calculó en base a los costos operativos de cada actividad por un período de 2 meses, asumiendo una tasa de interés mensual del 3%.

n) ***Costo de mano de obra:*** se tomó como referencia los valores expresados en la Resolución 84/015 CNTA en pesos por jornal en la provincia de Río Negro y Neuquén, válidos para mayo de 2015 y su equivalente a litros de gasoil (Tabla 7). Se utilizó un índice de cargas sociales del 75%.

Tabla 7. Costo de mano de obra.

Mano de obra	$/jornal	Cargas sociales	$/jornal	U$/jornal	litros gasoil/jornal
tractorista	294,96	221,22	516,18	56,14	48,2
motosierrista	271,52	203,64	475,16	51,68	44,4
peón	263,96	197,97	461,93	50,24	43,1
técnico supervisión	600,00	450,00	1.050,00	114,19	98,0

o) Precio de equipamiento e insumos: a modo de ejemplo se presentan algunos de los valores de equipos e insumos considerados en el análisis de caso. Corresponden a valores en pesos sin IVA a mayo de 2015 y su equivalente en litros de gasoil (Tabla 8).

Tabla 8. Valores de equipos e insumos.

Insumos y equipamientos varios	$/unidad	U$/unidad	litros gasoil/jornal
Gasoil ($/lt) RN y NQ	10,7	1,2	1,0
Combustible Motosierra RN y NQ	10,6	1,2	1,0
Plantín de pino ponderosa en tubete	6,0	0,7	0,6
Ropa de trabajo general (mameluco, botines o bota de lluvia)	1100	120	103
Elementos seguridad Motosierra (pantalón, casco, botines)	2500	272	233
Escaleras	2000	218	187
Motosierra Raleo	7000	761	654
Motosierra con pértiga	12500	1359	1167
Vehículo utilitario	361991	39368	33799
Tractor de 90 hp	1357466	147631	126748
Cabrestante	140000	15226	13072
Camión para transportar plantas	542986	59052	50699

Adicionalmente, se incluyó un índice de incremento que afecta el costo total de cada tarea silvícola en función de: a) pendiente, b) presencia de sotobosque, c) accesibilidad, d) tratamiento de residuos, y e) distancia y dificultad de arrastre. Este índice es subjetivo y depende de la experiencia del productor o prestador de servicios. Surge como aporte de uno de los participantes de los talleres de costos (Tabla 9).

Tabla 9. Índices de incremento de costo.

ÍNDICES DE INCREMENTO DE COSTO	FACTOR	VALOR MAX
a) pendiente sup a 20%	0%	*10%*
b) sotobosque > 40%	0%	*5%*
c) accesibilidad	0%	*3%*
d) tratamiento de residuos	0%	*2%*
e) distancia y dificultad de arrastre	0%	*5%*

a) la tarifa base se incrementará hasta un 10% para pendientes superiores al 20 %.

b) se aplicará ante la presencia de sotobosque que dificulte la extracción obligando a realizar limpieza. Esto se evalúa como cobertura del rodal y cuando la misma sea superior al 40 % la tarifa base se incrementará en un 5%.

c) la falta de poda baja incrementará la tarifa base en un 3 %. Esta variable no se aplicará para las tareas de poda.

d) cuando se requiera acomodar las ramas de la poda o del raleo se incrementará la tarifa base en un 2 %

e) cuando la distancia de arrastre supere, para el caso de tractores un promedio de 200 metros y para el caso de bueyes un promedio de 75 metros, o cuando se considere que el trayecto presenta dificultades significativas para realizar esta tarea, la tarifa base se incrementará en un 5 %. Esta variable no se aplicará para las tareas de poda.

COSTOS ESTIMADOS DE LAS PRINCIPALES TAREAS SILVÍCOLAS

En primer lugar, se presenta una tabla resumen que muestra los costos de las principales tareas silvícolas para pino ponderosa expresadas en pesos, dólares y equivalente a litros de gasoil por hectárea.

Es importante aclarar que para la prevención de incendios y las tareas generales de administración, se asignó un valor de costo anual por hectárea. El precio del combustible fue registrado en la ciudad de Bariloche y no presenta IVA, como se mencionó anteriormente. Por otro lado, a modo de referencia, podemos expresar también el costo de realizar los

Tabla 10. Tabla resumen de los costos de las principales silvícolas para pino ponderosa.

TAREA CULTURAL	$/ha	U$/ha	l gasoil/ha
Plantación	12.372	1346	1155
1ra poda y raleo	5.273	574	492
2da poda	3.542	385	331
3ra y 4ta poda	3.539	385	330
1° raleo comercial	14.863	1616	1388
2° raleo comercial	15.789	1717	1474
Cosecha	103.609	11268	9674
Prevención de incendios	80	9	7
Administración	225	24	21

Tabla 11. Costos de raleos y cosecha por m³ de madera extraído.

Tarea cultural	$/m^3	U$S/ha	l gasoil/ha
1° raleo comercial	326	35	30
2° raleo comercial	248	27	23
Cosecha	225	24	21

raleos y la cosecha por m³ de madera extraído. Los resultados se presentan en la Tabla 11: Si analizamos cada tarea silvicultural podemos representar los componentes del costo de cada labor. Los mismos fueron identificados y establecidos por productores y técnicos durante los talleres realizados. Se utilizó la nomenclatura que consta en la Tabla 12.

I. Costo de plantación

Tabla 12. Componentes del costo de cada labor silvicultural.

1	Costo de mano de obra
2	Insumos
3	Mantenimiento
4	Logística
5	*Gestión + Utilidad*
6	Amortizaciones directas
7	Costo de capital de explotación
8	Costo de capital circulante
9	Costo reposición plantación
10	Costo de preparación del terreno

II. Costo de primera poda y raleo a desecho

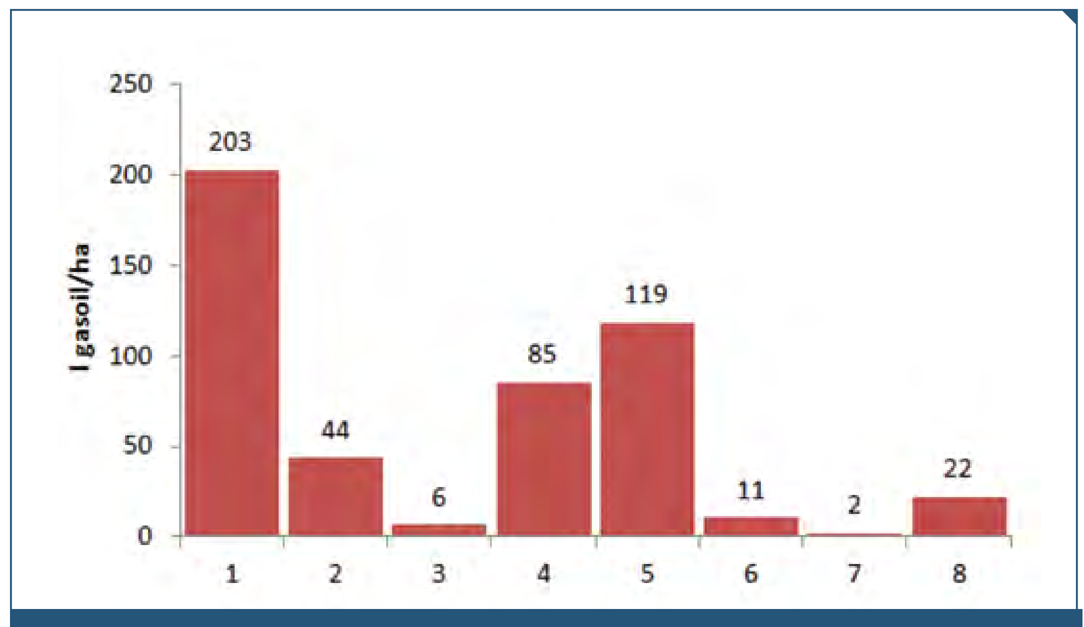


Figura 13. Componentes del costo de 1º poda y raleo a desecho para pino ponderosa expresados en litros de gasoil/ha

III. Costo de segunda, tercera y cuarta poda

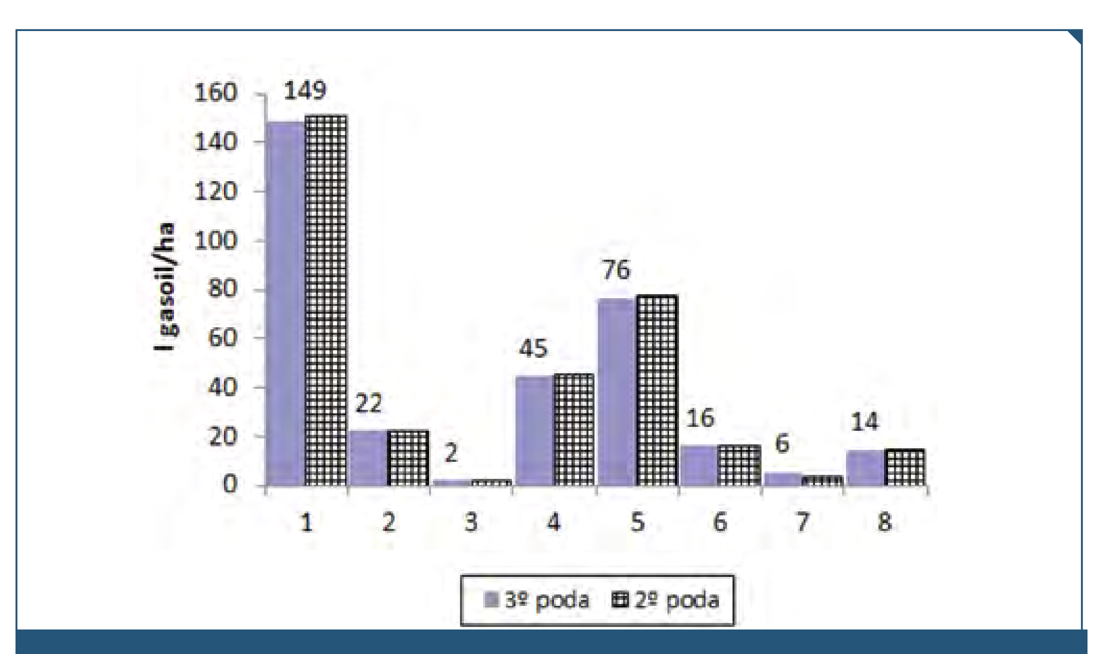


Figura 14. Componentes del costo de 2º y 3º poda para pino ponderosa expresados en litros de gasoil/ha. Se asumió el mismo costo para la 3 ra y 4 ta poda debido a la falta de información en este punto.

IV. Costo del primer y segundo raleo comercial

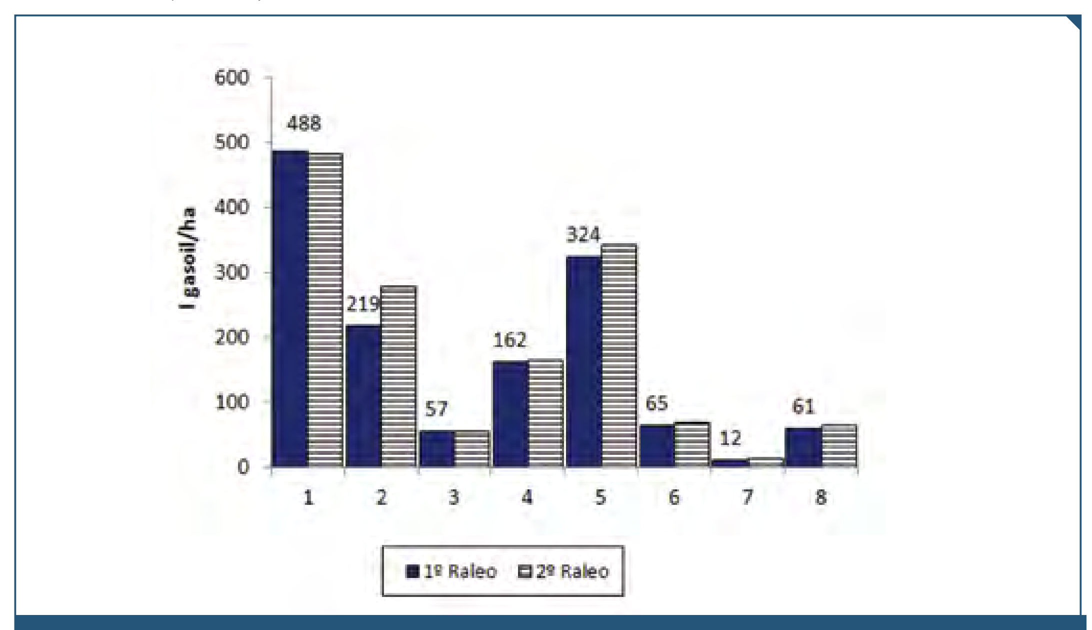


Figura 15. Componentes del costo del 1º y 2º raleo comercial para pino ponderosa expresados en litros de gasoil/ha

V. Costo de cosecha final

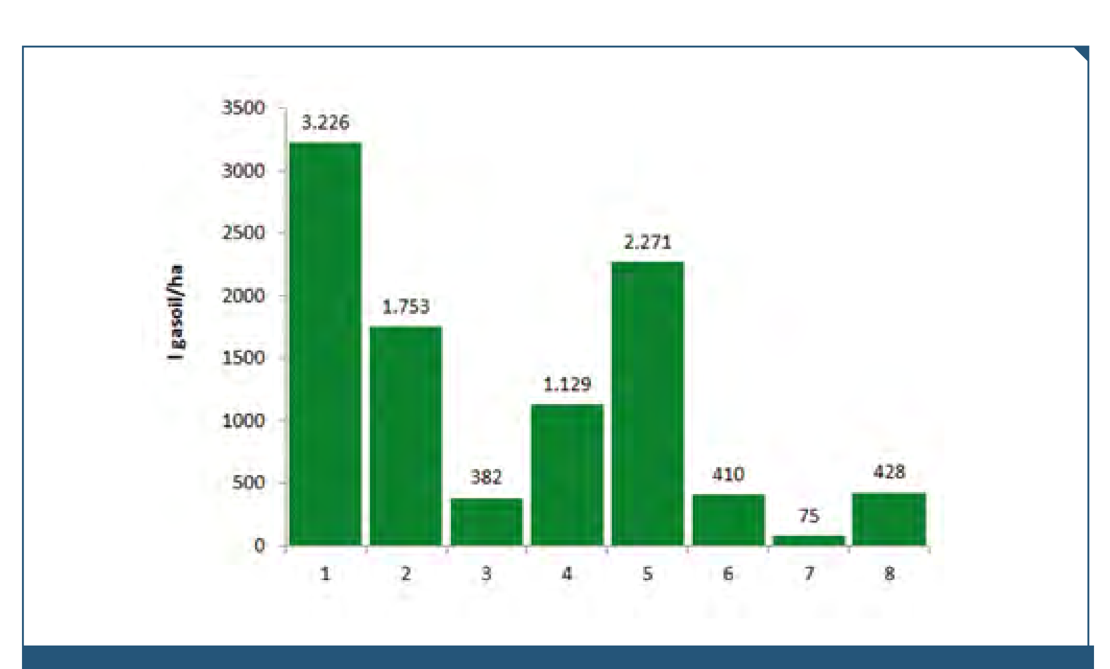


Figura 16. Componentes del costo de la cosecha final para pino ponderosa expresados en litros de gasoil/ha.

VI. Participación relativa de bienes de capital e insumos en los costos de la actividad

Se presenta en el gráfico siguiente los componentes del costo de plantación surgidos de los talleres realizados en el marco de este manual. Se observa que el principal componente en esta etapa del ciclo productivo son los insumos (40,4%) debido al importante peso relativo del costo del plantín (99% del total del rubro insumos), mientras que las amortizaciones de los bienes de capital representan sólo el 1,2% y el costo de capital de explotación 0,3%.

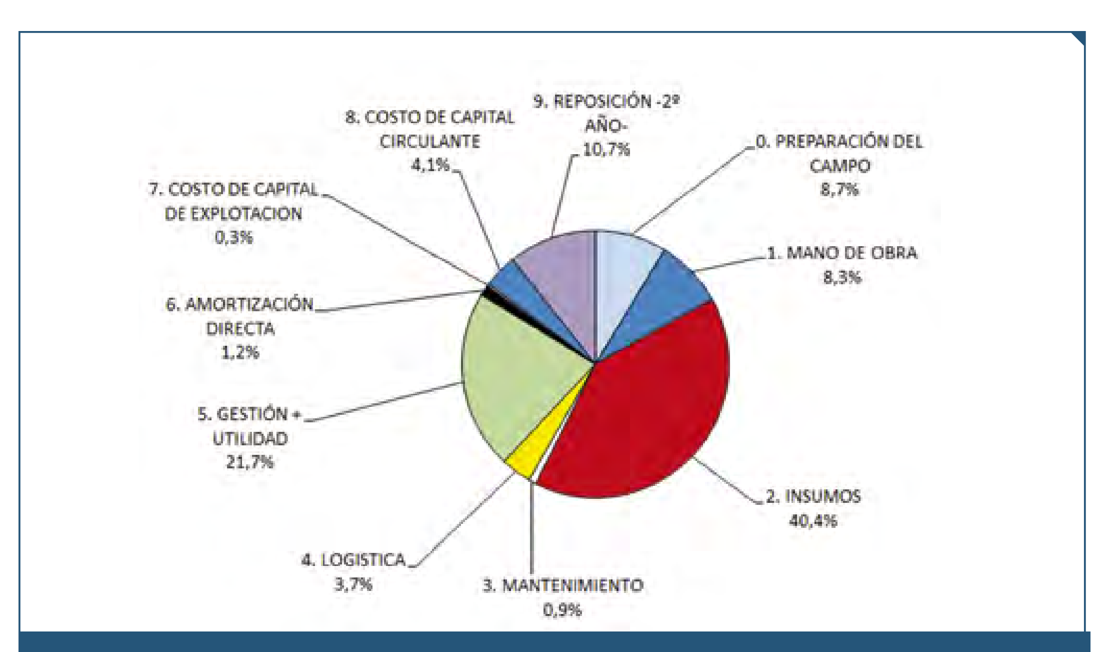


Figura 17. Distribución porcentual de los componentes del costo de plantación para pino ponderosa.

CÁLCULO DE INGRESOS

Los ingresos se estimaron a partir de la estimación del volumen de productos por hectárea que se originaban en cada intervención, multiplicados por el precio de los mismos. Se asumió el precio de los productos informado por el Colegio de Ingenieros Forestales de Misiones para mayo 2015. Se presentan detalles de la clasificación de productos y precios sin IVA puestos en acanchadero en la Tabla 13.

Tabla 13. Clasificación de productos y precios sin IVA puestos en acanchadero.

Clase	Producto	Diámetro punta fina (mm)	Largo mínimo (m)	precio $/m³	precio U$/m³	precio l gasoil/m³
C I	Rollizo debobinable	> 380	2,45	600	65,25	56,02
C II	Rollizo aserrable	> 300	4,4	320	34,80	29,88
C III	Rollizo aserrable	>200	3,15	295	32,08	27,54
C IV	Poste	> 140	2,5	190	20,66	17,74
C V	Residuo chipeable	> 50	2	120	13,05	11,20

De acuerdo a la estimación de producción para pino ponderosa en un sitio de calidad II, bajo el esquema de manejo expuesto, valorizando los productos que se generarían de cada intervención, se obtendría durante el primer raleo comercial un ingreso bruto de 11.318$ha^{-1}, en el segundo raleo 17.424$ ha^{-1} y en la cosecha 202.380$ ha^{-1}.En la tabla se muestran los volúmenes obtenidos en cada intervención y los ingresos brutos expresados en pesos, dólares y litros de gasoil equivalente.

Tabla 14. Volúmenes obtenidos en cada intervención e ingresos brutos generados.

Productos	Volumen extraído (m³/ha)		
	1er raleo comercial	2do raleo comercial	Cosecha
C V	5,28	2,86	3,6
C IV	11,52	7,92	14,4
C III	28,8	52,8	103,2
C II	-	-	122,4
C I	-	-	216
Suma	45,6	63,58	459,6
Ingresos			
$/ha	$ 11.318	$ 17.424	$ 202.380
U$/ha	U$ 1.230	U$ 1.895	U$ 22.010
l gasoil/ha	1.057 l	1.627 l	18.896 l

Por otra parte, se consideraron los aportes que realiza el Estado Nacional en forma de ANR según la última Resolución 195/2015, los cuales para el caso de Río Negro y Neuquén se detallan a continuación y en el ANEXO I. Se asumió el cobro de los subsidios luego de **dos años** de realizadas las actividades tanto para plantación como para poda y raleo.

Tabla 15. Ingresos por aportes no reintegrables (ANR) del Estado Nacional.

Montos ARN Res 195-2015	$/ha	U$/ha	l gasoil/ha
ANR plantación	9746	1060	910
ANR raleo	2257	245	211
ANR Poda 1	1255	136	117
ANR Poda 2	1523	166	142
ANR poda 3	1762	192	165

FLUJO DE CAJA Y CÁLCULO DE INDICADORES DE RENTABILIDAD

Proyectando el flujo de egresos debido a la realización de tareas culturales y administración; e ingresos obtenidos por la venta de madera y la contribución del Estado en forma de ARN a lo largo del período de rotación de la plantación (38 años), se obtiene el flujo de caja del proyecto. Se puede observar en la Figura 18 cómo el flujo se distribuye a lo largo del turno. Los ingresos recién generan valores importantes al final del ciclo de produc-

ción, siempre y cuando se hayan realizado a tiempo las tareas silvícolas de poda y raleo que son las que permiten generar productos de mayor valor comercial.



Figura 18. Flujo de caja para una plantación de pino ponderosa en calidad de sitio II.

Se presentan, en forma resumida, los valores de los costos de las tareas silvícolas y los ingresos generados, ya sea por la venta de madera obtenida durante las intervenciones o los aportes no reintegrables del Estado Nacional (Tabla 16).

Tabla 16. Costos e ingresos generados por las tareas silvícolas.

Tarea cultural	Costo($/ha)	Ingreso ($/ha)	Saldo $/ha	Saldo U$/ha	Saldo l/ha
plantación	12372	9746	-2626	-286	-245
1 ra poda y raleo	5273	3512	-1761	-192	-164
2da poda	3542	1523	-2019	-220	-189
3 ra poda	3539	1762	-1777	-193	-166
4 ta poda	3539	(a)			
1° raleo comercial	14863	11318	-3545	-386	-331
2° raleo comercial	15789	17424	1635	178	153
cosecha	103609	202380	98771	10742	9222

(a) Esta poda actualmente no está contemplada en los ANR nacionales o provinciales, y surge como propuesta de este MBP. Es recomendable que la misma también tenga apoyo del estado para garantizar que sea realizada y puedan producirse rollizos con calidad debobinable al final del turno.

Finalmente, aplicando una tasa de descuento del 5% se calcularon los indicadores de rentabilidad: VAN, VPS y TIR. Los resultados arrojados para esa tasa de descuento son posi-

tivos para el VPS y el VAN, lo que indica que el proyecto es viable desde el punto de vista económico teniendo en cuenta los supuestos de precios, coeficientes técnicos, y fecha de cobro de ANR utilizados en el cálculo. La TIR es del 5,1%, por lo cual es mayor al costo de oportunidad. Éste es un valor de rentabilidad aceptable considerando el largo plazo del proyecto, la posibilidad de generar otras externalidades positivas no contabilizadas en este ejemplo, y las rentabilidades de las producciones tradicionales en la zona.

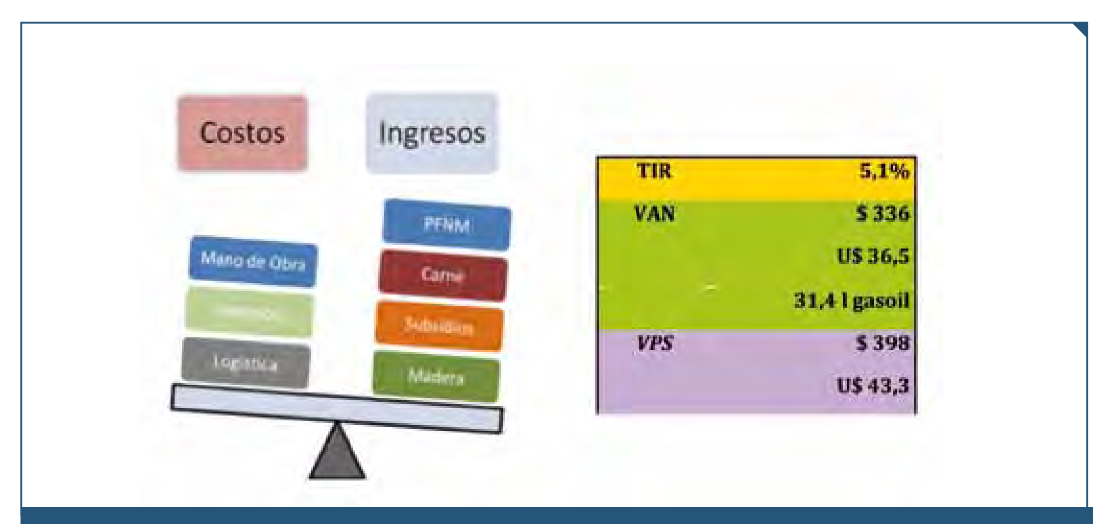


Figura 19. Indicadores económicos para una plantación de pino ponderosa en calidad de sitio II.

ANÁLISIS DE SENSIBILIDAD

Se presenta a continuación un análisis de sensibilidad de la rentabilidad ante cambios en las principales variables, manteniendo el resto a valores constantes.

En la Figura 20 se puede observar que un incremento en el costo de oportunidad o tasa de descuento superior al 5,1% generaría un VAN negativo, por lo cual la opción alternativa que genera ese costo de oportunidad tendría mayor rentabilidad que el proyecto forestal.

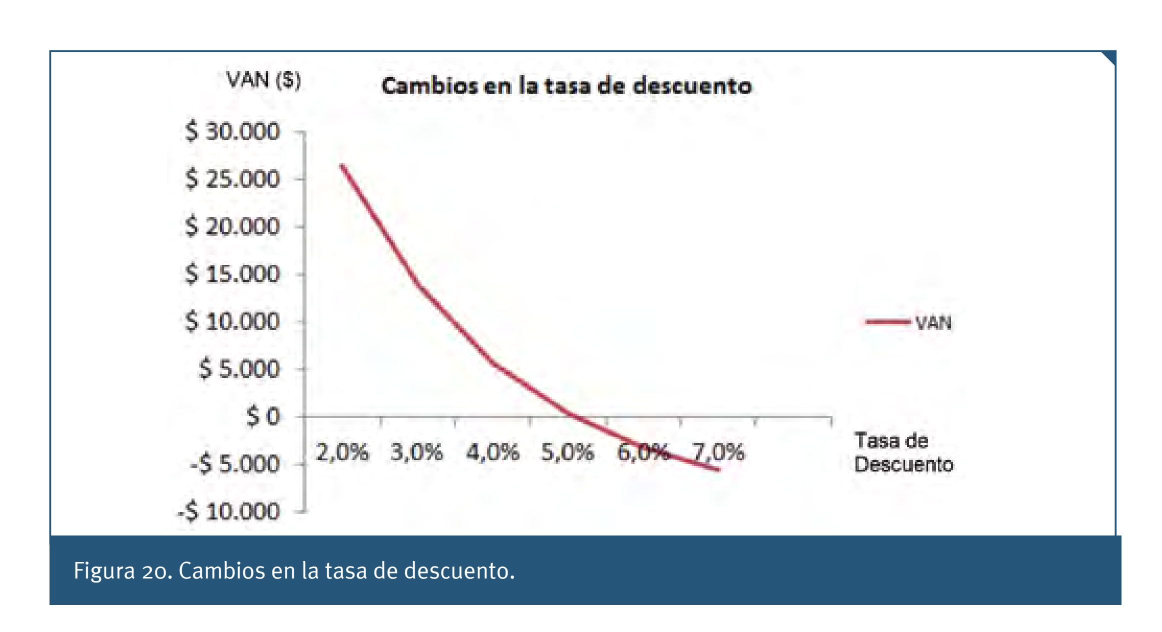


Figura 20. Cambios en la tasa de descuento.

Uno de los principales componentes del costo de plantación es el plantín. El precio de corte es de $ 6,25 por unidad, es decir, por encima de ese precio la rentabilidad es negativa para una tasa de descuento del 5% (Figura 21).

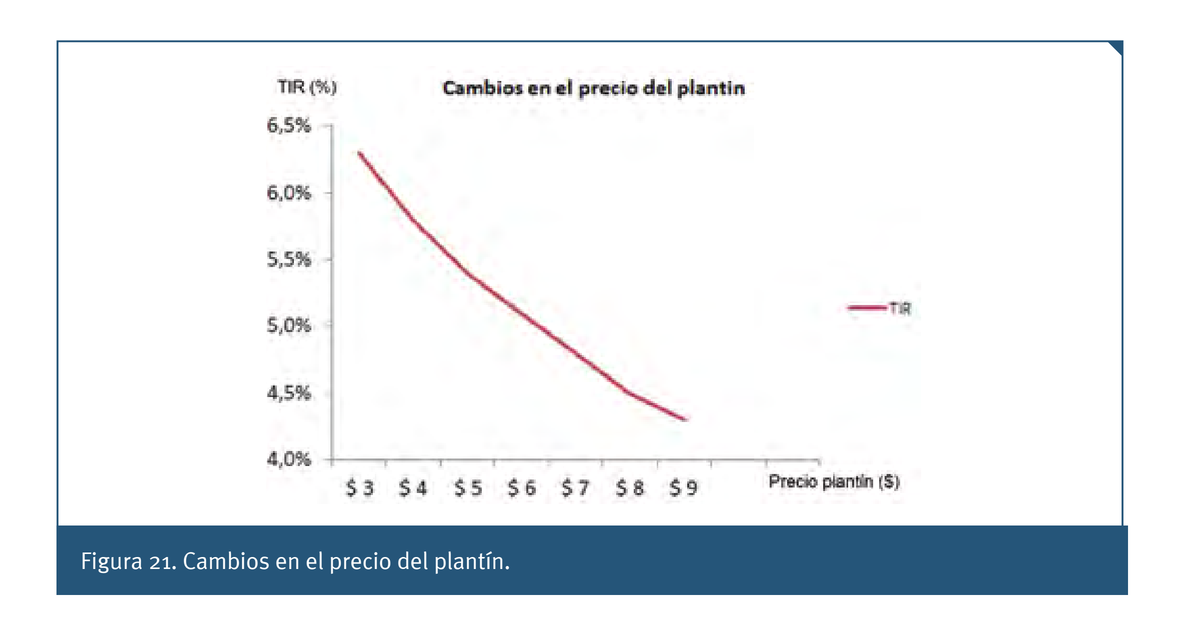


Figura 21. Cambios en el precio del plantín.

El precio de los productos a obtener en los raleos y en la cosecha parece ser un factor limitante. Una pequeña disminución del precio hace que el valor de la TIR se ubique por debajo de la tasa de descuento seleccionada (5%). Cabe aclarar que en este análisis se utilizaron precios muy conservadores para no sobreestimar los futuros ingresos (Figura 22).

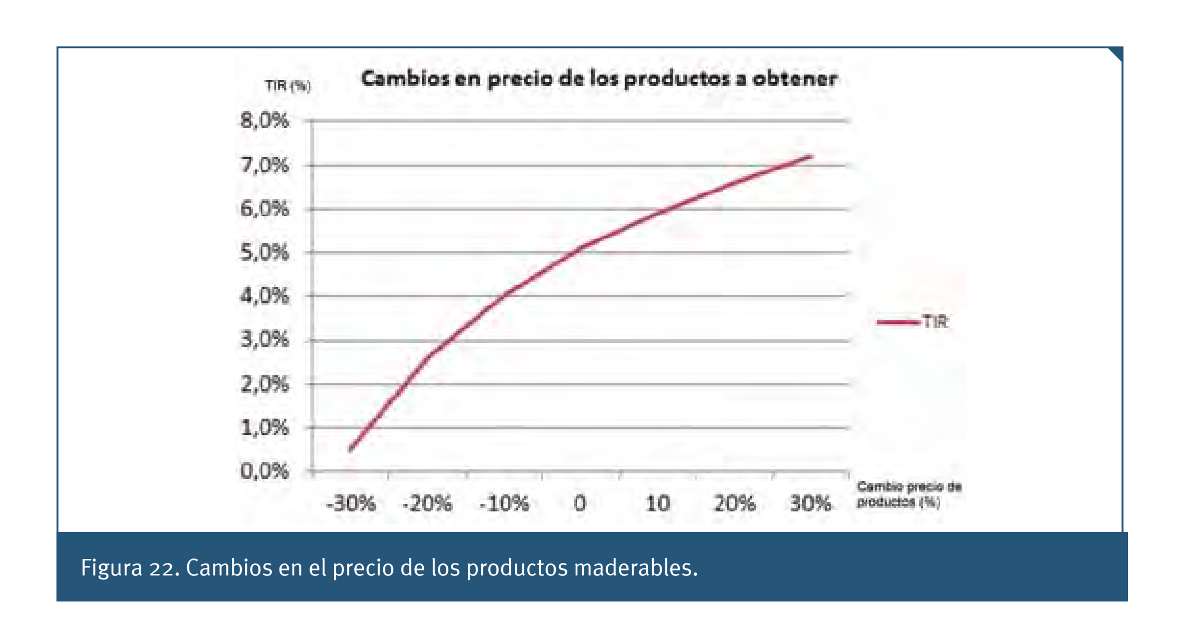


Figura 22. Cambios en el precio de los productos maderables.

El costo de la mano de obra es otro componente que tiene un fuerte peso en todas las tareas culturales. Un incremento en los costos de mano de obra del 20% disminuye 1 punto el valor de la TIR (Figura 23).

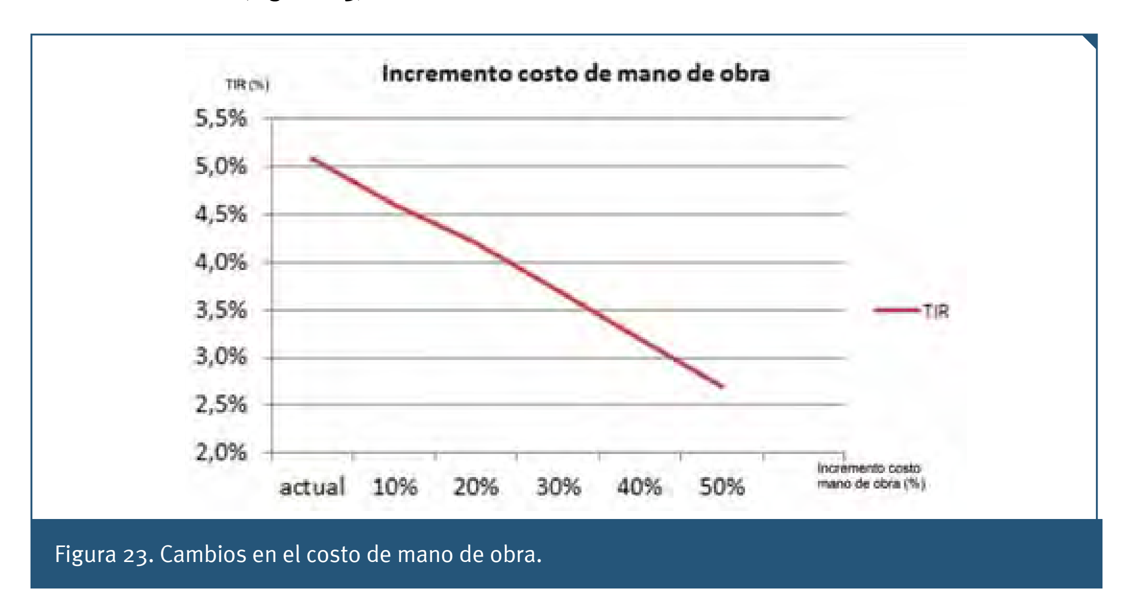


Figura 23. Cambios en el costo de mano de obra.

CONSIDERACIONES FINALES

Como producto de los talleres realizados en el marco del manual de buenas prácticas, con participación de productores, prestadores de servicios y técnicos, se alcanzaron algunos consensos sobre las principales problemáticas de los proyectos de inversión forestal:

- ajustar a la brevedad la cadena de cobro de ANR, sin ello el escenario de la actividad forestal no se presenta como una alternativa interesante de inversión.

- facilitar una mayor articulación y organización entre los actores de la cadena de valor con el fin de formular y poner en práctica un plan de desarrollo que impulse la actividad forestal en la región.

- mejorar la eficiencia en cada eslabón de la cadena desde vivero, transporte, logística, prestadores de servicios, aprovechamiento y procesamiento para aumentar el rendimiento de la mano de obra.

- fomentar que se realicen los tratamientos de poda y raleo en tiempo y forma para garantizar la producción de madera de calidad. Incorporar un ANR para ejecución de una cuarta poda de levante en los sitios donde sea viable.

- incorporar valor agregado a los productos y procesos de la cadena forestal patagónica.

- buscar en lo inmediato el desarrollo de canales comerciales para productos intermedios.

- Mejorar el uso e implementación de las herramientas de promoción forestal, con el fin de generar inmediatamente un mayor impacto productivo y económico en la región

Este diagnóstico empresarial pone de manifiesto que es necesario poner en marcha un proceso de planificación estratégica del desarrollo forestal de la región. Para ello se deberá institucionalizar un plan estratégico regional. Este deberá revisar el marco jurídico e institucional aplicado hasta el momento y a partir de ello se deberá reprogramar la legislación vigente, a fin de facilitar la integración. Generar un proceso de investigación de mercados y demanda permanente que permita mantener informados a los actores. Analizar y proponer un modelo piloto de cadena productiva adaptado a la realidad patagónica. Generar líneas específicas de financiamiento aplicado a la integración de la cadena. Generar un sistema de comunicación que permita mantener a todos los actores de la cadena integrados. Trabajar en las diversas formas de agregar valor con el fin de mejorar la competitividad de la cadena forestal patagónica.

BIBLIOGRAFÍA

Baca Urbina G. 2000. Evaluación de Proyectos. Instituto Politécnico Nacional. Cuarta Edición. McGraw-Hill. Mexico. 383 pp.

Bertone E., L.Claps S. Martirreta, G. Sancho. 1995. Tesina grado. Determinación y cuantificación de la mano de obra que genera el desarrollo de un área forestal. Universidad de Belgrano. 161 pp.

Claps L. 2001. Principios básicos para la formulación y evaluacion de proyectos. UEM INTA Santa Cruz. 20 pp.

Claps L. y Caballé G. Informe final Área Demostrativa Silvopastoril Patagonia Andina. Módulo 3 : Aspectos económicos y financieros. Módulos experimentales con fines demostrativos, Proyecto de Manejo Sustentable de Recursos Naturales, Componente II : Plantaciones Forestales Sustentables. BIRF nº7520 AR. 60 pp.

Claps L. y Schorr A. 2004. Estudios Económicos. Proyecto de Investigación Aplicada a los Bosques Nativos (PIARFON): "Alternativas de Manejo Sustentable para el manejo integral de los bosques de Patagonia". INTA-CADIC-UNPA. 52 pp.

Chacon Contreras I. 1995.Desiciones Economico-Financieras en el Manejo Forestal. Serie Ciencia y Tecnología. Universidad de Talca, Chile. 248 pp.

Dalla Tea F.yJ. Morales Solís. 2005. Demanda de mano de obra y su incidencia en los costos silvícolas en el proyecto de Forestal Argentina. Forestal Argentina S.A.

de Koning F., Olschewski R., Veldkamp E., Benitez P., Laclau P., Lólez M., de Urquiza M., Schlichter T. 2002. Evaluation of the CO2 sequestration potential of afforestation projects and secondary forest in two different climate zones of South America. GTZ. Germany. 149 pp.

Enricci J. 1994. Posibilidades para la forestacion en la Subregion Central del Ecosistema Andino Patagonico. CIEFAP. Esquel. Publicación Técnica N 14.

Fernández M.V., C. Barroetaveña, V. Bassani, F. Ríos. 2012. Rentabilidad del aprovechamiento del hongo comestible *Suillus luteus* para productores forestales y para familias rurales de la zona cordillerana de la provincia del Chubut, Argentina. BOSQUE 33(1): 43-52, 2012. Chile.

Getar E., E. Andenmatten y F. Letourneau. 2013. Trozando 2.0. Planilla de cálculos para la simulación del trozado de fustes de Pino Oregón y Ponderosa. Comunicación Técnica Nº 51, Área Forestal, Silvicultura. INTA Bariloche.

Laclau P., L.M. Pozo, G. Huerta, E. Andenmatten, F. Letourneau. 2002. Rentabilidad de la forestación con pino ponderosa (*Pinus ponderosa* (Dougl.) Laws) en el noroeste de la Patagonia, Argentina. Bosque 23(1): 21-35.

Laclau P., Olschewski R., Schlichter T. and de Koning F. 2003. Rentabilidad comparada del uso forestal y ganadero del suelo en el noroeste de la Patagonia. GTZ. Töeb TWF-41s. Eschborn. Germany. 51 pp.

Livingston J. 2004. Small-diameter success stories. Madison, WI: U.S. Department of Agriculture, Forest Service, Forest Products Laboratory. 33 pp.

Livingston J. 2006. Small-diameter success stories II. Gen. Tech. Rep. FPL-GTR-168. Madison, WI: U.S. Department of Agriculture, Forest Service, Forest Products Laboratory. 31 p.

Loguercio G. 2002. Fijación de carbono: Un beneficio adicional para proyectos forestales en Patagonia. CIEFAP – Revista Patagonia Forestal, Año 8 N 2:7-10.

Manfredi R. 1999. ¿Es la forestación una oportunidad de negocio para la empresa rural patagónica? CIEFAP – Revista Patagonia Forestal, Año 5 N 3:7-10.

Millenium Ecosystem Assessment (MEA). 2005. Ecosystems and Human Well-Being: Biodiversity Synthesis. World Resources Institute, Washington, DC.

Olschewski R. 2001. Economic Assessment of Forestry Projects. Institute of Forest Economics. Georg-August University Göttingen, Germany. 38 pp.

Peri P., Claps L. y Schorr A. 2005. Análisis de factibilidad de diferentes alternativas de negocios en el marco de la optimización del uso de la madera de Lenga en Río Turbio, provincia de Santa Cruz. INTA – UNPA – Municipalidad de Río Turbio, Gobierno de la provincia de Santa Cruz.

Price C. 1989. The Theory and Application of Forest Economics. Basil Blackwell, Oxford, Great Britain. 402 pp.

Salvador G., A. Jovanovski y C. Zapata. 2015.Usos de la madera de raleo de pino ponderosa en la Patagonia. Informe de avance proyecto de investigación aplicada (PIA MAGyP): alternativas de utilización de madera de raleo de pino ponderosa en la Patagonia. UCAR (inédito).

Salvador G., M.V. Fernández, G. Robles. 2006. Mercado de Madera para la Construcción proveniente de Plantaciones. Estudio Exploratorio en la Provincia del Chubut. Actas de I Reunión sobre Forestación en la Patagonia. Esquel, Chubut, Argentina. 25-27 Abril.

Salvador G. 2004. Economic Analysis of afforestation projects for carbon sequestration. A case study in Patagonia, Argentina. Tesis de Maestría. Facultad de Ciencias Agrarias, Universidad Georg August Göttingen, Alemania (inédita).

Sapag Chain N y Sapag Chain R. 1998. Mc Graw Hill. Preparación y Evaluación de Proyectos.

Schwarz A.G., C. Burg y J. Cuevas. 2015. Impacto de los Bosques de Cultivo. Importancia Socioeconómica y efecto multiplicador. Documento de Investigación. Año 34 - Edición Nº 60. Fundación Mediterránea. 41p.

Sedjo R.A. 1999. Potential for Carbon Forest Plantations in MARGINAL Timber Forests: The Case o Patagonia, Argentina.

Urzúa J.D. 1991. Desarrollo de Plantaciones en Neuquén y su Aprovechamiento Industrial. CIEFAP. Publicación Técnica N 3. Esquel.

Varela S.,L. Claps,P. Willems,M. Weigandt,J.P. Diez,E. Bianchi,F. Jaque,A. Martínez,C. Caballé,J. Gyenge. 2015. Informe Final Proyecto P.I.A. 10024: Desarrollo de tecnologías de plantación en condiciones de estrés ambiental para las principales coníferas de uso forestal en el Noroeste de la Patagonia. Proyectos Forestales, Unidad para el Cambio Rural, Ministerio de Agricultura, Ganadería y Pesca. 85 pp.

ANEXO I: APOYO ECONÓMICO NACIONAL Nº 25.080 RESOLUCIÓN 195/15

a) PLANTACIÓN

Tabla 1. Apoyo económico Ley Nacional Nº 25.080 Resolución 195/15 (mayo 2015)

Jurisdicción	Especie	Densidad plantas.ha⁻¹	Secano		
			Costo ($ha⁻¹)	Apoyo económico ($ha⁻¹)	
				Hasta 500 ha.	De 501 a 700 ha.
CHUBUT y SANTA CRUZ	*Pinus sp.* y *Pseudotsuga sp.*	de 400 a 499	9.861,00	7.889,00	1.972,00
		de 500 a 699	11.772,00	9.418,00	2.354,00
		de 700 a más	13.498,00	10.798,00	2.700,00
NEUQUÉN y RÍO NEGRO	*Pinus sp.*	de 400 a 499	8.698,00	6.958,00	1.740,00
		de 500 a 699	10.517,00	8.414,00	2.103,00
		de 700 a más	12.183,00	9.746,00	2.437,00
	Nothofagus sp.	825	12.776,00	10.221,00	2.555,00
Jurisdicción	Especie	Densidad plantas.ha⁻¹	Bajo Riego		
			Costo ($ha⁻¹)	Apoyo Económico ($ha⁻¹)	
				Hasta 500 ha.	De 501 a 700 ha.
NEUQUÉN y RÍO NEGRO	*Populus sp.*	de 270 a 334	13.312,00	10.650,00	2.662,00
		de 335 a 499	15.183,00	12.146,00	3.037,00
		de 500 a 699	17.272,00	13.818,00	3.454,00
		de 700 a más	19.437,00	15.550,00	3.887,00
CHUBUT y SANTA CRUZ	*Populus sp.*	de 270 a 334	13.905,00	11.124,00	2.781,00
		de 335 a 499	15.897,00	12.718,00	3.179,00
		de 500 a 699	18.017,00	14.414,00	3.603,00
		de 700 a más	20.228,00	16.182,00	4.046,00

b) PODA

Primera operación se establece como apoyo económico la suma de PESOS UN MIL DOSCIENTOS CINCUENTA Y CINCO **($ 1.255.-)** por hectárea para todo el país.

Segunda operación se establece como apoyo económico la suma de PESOS UN MIL QUINIENTOS VEINTITRES **($ 1.523.-)** por hectárea para todo el país.

Tercera operación se establece como apoyo económico la suma de PESOS UN MIL SETECIENTOS SESENTA Y DOS **($ 1.762.-)** por hectárea para todo el país.

c) RALEO

Se establece como apoyo económico la suma de **PESOS DOS MIL DOSCIENTOS CINCUENTA Y SIETE ($ 2.257.-)** por hectárea para todo el país para cada operación.

d) MANEJO DE REBROTE

Se establece como apoyo económico la suma de **PESOS DOS MIL VEINTINUEVE ($ 2.029.-)** por hectárea para todo el país para cada operación.

e) ENRIQUECIMIENTO DE BOSQUE NATIVO

Para áreas con una formación de bosque subantártico (región fitogeográfica subantártica) se fija un apoyo económico la suma de **PESOS DOCE MIL OCHOCIENTOS SESENTA Y CINCO ($ 12.865.-)** por hectárea.

ANEXO II: DERECHO REAL DE SUPERFICIE

La Ley Nº 25.509, instituyó el RÉGIMEN DE DERECHO REAL DE SUPERFICIE FORESTAL. El mismo se encuentra en vigencias hasta el 1º agosto del 2015 donde entra en vigor la nueva Ley Nº 26.994, norma que unifica el Código Civil con el Código Comercial. Este nuevo Código Civil y Comercial regula el derecho real de superficie, en los Artículos 2114 a 2128. Las principales características de esta reciente legislación:

- Su otorgamiento se hace por contrato oneroso o gratuito y se debe celebrar por escritura pública (art. 1017), como toda adquisición, modificación o extinción de un derecho real sobre un inmueble y debe ser inscripto en el registro de propiedad inmueble respectivo para su oponibilidad a terceros (en el caso que nos ocupa, las respectivas Autoridades de Aplicación Nacional y Provincial).

- Su titular, llamado 'superficiario' tiene derecho al uso, goce y disponibilidad material y jurídica de lo que plante, foreste o construya sobre el inmueble ajeno.

- El plazo máximo para las forestaciones es de CINCUENTA (50) años. Está permitido el establecimiento de plazos menores, prorrogables hasta el máximo legal.

- El derecho real de superficie puede comprender la totalidad o una parte determinada de un inmueble y se pueden constituir derechos reales de garantía (hipoteca o anticresis) sobre la superficie forestada, sin exceder del plazo de duración.

- Está permitido que el propietario enajene el inmueble, debiendo el adquirente respetar el derecho del superficiario.

- La destrucción de lo plantado no extingue el derecho real de superficie, excepto pacto en contrario, si el superficiario vuelve a forestar en un plazo máximo de TRES (3) años.

- El derecho del superficiario se extingue por renuncia expresa, vencimiento del plazo, consolidación en una misma persona de las calidades de propietario y superficiario, cumplimiento de una condición resolutoria o no uso durante CINCO (5) años.

- Si el derecho de superficie se extingue antes del cumplimiento del plazo legal o convencional, los derechos reales de garantía constituidos sobre la superficie continúan gravando la superficie, como si no hubiese habido extinción, hasta la finalización del plazo del derecho de superficie.

- La extinción por cumplimiento del plazo legal o convencional habilita al propietario del suelo para hacer suyo lo forestado, libre de los derechos reales o personales impuestos por el superficiario, indemnizándolo en lo que correspondiera (salvo pacto en contrario).

A modo de conclusión, corresponde señalar que se trata de un instituto jurídico que posee evidentes ventajas frente a otras figuras contractuales privadas como el arrendamiento o los permisos de ocupación administrativos. En este sentido, se considera oportuno destacar entre los beneficios que provienen de su uso, la disponibilidad material y jurídica de la plantación para su titular, el plazo de duración, la oponibilidad frente a terceros o

compradores del inmueble y la posibilidad de solicitar créditos hipotecarios ideales para ser utilizado por el sector forestal dentro del régimen instituido por la Ley Nº 25.080 de Inversiones para Bosques Cultivados.

Articulado de la Ley (unificación del código civil con el código comercial) vigente a partir del 1º de agosto de 2015.

ARTICULO 2114.- Concepto. El derecho de superficie es un derecho real temporario, que se constituye sobre un inmueble ajeno, que otorga a su titular la facultad de uso, goce y disposición material y jurídica del derecho de plantar, forestar o construir, o sobre lo plantado, forestado o construido en el terreno, el vuelo o el subsuelo, según las modalidades de su ejercicio y plazo de duración establecidos en el título suficiente para su constitución y dentro de lo previsto en este Título y las leyes especiales.

ARTICULO 2115.- Modalidades. El superficiario puede realizar construcciones, plantaciones o forestaciones sobre la rasante, vuelo y subsuelo del inmueble ajeno, haciendo propio lo plantado, forestado o construido. También puede constituirse el derecho sobre plantaciones, forestaciones o construcciones ya existentes, atribuyendo al superficiario su propiedad. En ambas modalidades, el derecho del superficiario coexiste con la propiedad separada del titular del suelo.

ARTICULO 2116.- Emplazamiento. El derecho de superficie puede constituirse sobre todo el inmueble o sobre una parte determinada, con proyección en el espacio aéreo o en el subsuelo, o sobre construcciones ya existentes aun dentro del régimen de propiedad horizontal. La extensión del inmueble afectado puede ser mayor que la necesaria para la plantación, forestación o construcción, pero debe ser útil para su aprovechamiento.

ARTICULO 2117.- Plazos. El plazo convenido en el título de adquisición no puede exceder de setenta años cuando se trata de construcciones y de cincuenta años para las forestaciones y plantaciones, ambos contados desde la adquisición del derecho de superficie. El plazo convenido puede ser prorrogado siempre que no exceda de los plazos máximos.

ARTICULO 2118.- Legitimación. Están facultados para constituir el derecho de superficie los titulares de los derechos reales de dominio, condominio y propiedad horizontal.

ARTICULO 2119.- Adquisición. El derecho de superficie se constituye por contrato oneroso o gratuito y puede ser transmitido por actos entre vivos o por causa de muerte. No puede adquirirse por usucapión. La prescripción breve es admisible a los efectos del saneamiento del justo título.

ARTICULO 2120.- Facultades del superficiario. El titular del derecho de superficie está facultado para constituir derechos reales de garantía sobre el derecho de construir, plantar o forestar o sobre la propiedad superficiaria, limitados, en ambos casos, al plazo de duración del derecho de superficie. El superficiario puede afectar la construcción al régimen de la propiedad horizontal, con separación del terreno perteneciente al propietario excepto pacto en contrario; puede transmitir y gravar como inmuebles independientes las viviendas, locales u otras unidades privativas, durante el plazo del derecho de superficie, sin necesidad de consentimiento del propietario.

ARTICULO 2121.- Facultades del propietario. El propietario conserva la disposición material y jurídica que corresponde a su derecho, siempre que las ejerza sin turbar el derecho del superficiario.

ARTICULO 2122.- Destrucción de la propiedad superficiaria. La propiedad superficiaria no se extingue, excepto pacto en contrario, por la destrucción de lo construido, plantado o fores- tado, si el superficiario construye, nuevamente dentro del plazo de seis años, que se reduce a tres años para plantar o forestar.

ARTICULO 2123.- Subsistencia y transmisión de las obligaciones. La transmisión del derecho comprende las obligaciones del superficiario. La renuncia del derecho por el superficiario, su desuso o abandono, no lo liberan de sus obligaciones legales o contractuales.

ARTICULO 2124.- Extinción. El derecho de construir, plantar o forestar se extingue por renuncia expresa, vencimiento del plazo, cumplimiento de una condición resolutoria, por consolidación y por el no uso durante diez años, para el derecho a construir, y de cinco, para el derecho a plantar o forestar.

ARTICULO 2125.- Efectos de la extinción. Al momento de la extinción del derecho de superficie por el cumplimiento del plazo convencional o legal, el propietario del suelo hace suyo lo construido, plantado o forestado, libre de los derechos reales o personales impuestos por el superficiario. Si el derecho de superficie se extingue antes del cumplimiento del plazo legal o convencional, los derechos reales constituidos sobre la superficie o sobre el suelo continúan gravando separadamente las dos parcelas, como si no hubiese habido extinción, hasta el transcurso del plazo del derecho de superficie. Subsisten también los derechos personales durante el tiempo establecido.

ARTICULO 2126.- Indemnización al superficiario. Producida la extinción del derecho de superficie, el titular del derecho real sobre el suelo debe indemnizar al superficiario, excepto pacto en contrario. El monto de la indemnización es fijado por las partes en el acto constitutivo del derecho real de superficie, o en acuerdos posteriores. En subsidio, a los efectos de establecer el monto de la indemnización, se toman en cuenta los valores subsistentes incorporados por el superficiario durante los dos últimos años, descontada la amortización.

ARTICULO 2127.- Normas aplicables al derecho de superficie. Son de aplicación supletoria las normas relativas a las limitaciones del uso y goce en el derecho de usufructo, sin perjuicio de lo que las partes hayan pactado al respecto en el acto constitutivo.

ARTICULO 2128.- Normas aplicables a la propiedad superficiaria. Si el derecho de superficie se ejerce sobre una construcción, plantación o forestación ya existente, se le aplican las reglas previstas para el caso de propiedad superficiaria, la que a su vez queda sujeta a las normas del dominio revocable sobre cosas inmuebles en tanto sean compatibles y no estén modificadas por las previstas en este Título.

ANEXO I: INDICADORES PARA EL MONITOREO DE LA BIODIVERSIDAD

Verónica Rusch

Cómo se cita este capítulo:

Rusch V. 2015. Anexo I: Indicadores para el Monitoreo de la Biodiversidad. Manual de Buenas Prácticas para el manejo de plantaciones forestales en el noroeste de la Patagonia. Editores: L. Chauchard, M.C. Frugoni, C. Nowak. Editorial Buenos Aires Anexo p: 497-503

El monitoreo es una herramienta esencial para poder entender si las pautas de manejo aplicadas determinan los resultados esperados. En muchas oportunidades los conocimientos existentes no nos permiten predecir con precisión la variedad de circunstancias que pueden modificar los resultados. Es por esto que, realizar un seguimiento de estos, es esencial para poder aprender y, si corresponde, modificar el manejo que se está realizando.

Esto es importante para un proceso productivo saludable dar seguimiento a diversos aspectos de los componentes (ambientales, sociales, económicos, institucionales, etc.), involucrados en la producción, como ser las tasas de crecimientos y de mortandad, probables procesos erosivos, condiciones de trabajo, situación del empleo, condición de los costos, precios y mercados, cambios en los hábitats y la diversidad biológica, etc.. La conservación de la biodiversidad en un paisaje en los cuales se llevan a cabo actividades productivas debe ser un objetivo global al cual estarán vinculadas todas las acciones implementadas. Por ello es que en este apartado del Manual, se presenta una propuesta de indicadores específicamente relacionados al tema de biodiversidad.

La clave de un buen monitoreo consiste en especificar claramente y a priori, en qué dirección se espera que evolucione el sistema y, con la mayor precisión posible, en que rango se espera encontrar las variables que se usarán para el mismo. O sea, definir las **metas claras**. Por otro lado, es importante que los planes de manejo cuenten con los lineamientos y con las prácticas que son necesarias para lograr dichas metas.

Esto no sólo simplificará la evaluación de los Planes de Manejo que se ejecuten, sino que permitirá tener una posibilidad de seguimiento de la dirección del mismo en el corto plazo. Para ello se implementan indicadores que se los pueden llamar de **"alerta temprana"**, con el fin de ir percibiendo el cambio o dirección del proceso, puesto que los resultados finales de ello podrían evaluarse recién en el largo plazo, cuando, por otro lado, ya puede ser tarde para corregir el manejo. Es por ello, que en la tabla de indicadores se presentarán aquellos que permitan (Roveta 2004[1]):

1) evaluar los planes de manejo;

2) fiscalizar la aplicación de las pautas de manejo a campo, y

3) evaluar los resultados de la ejecución.

En muchos casos, la estrategia para lograr los objetivos requiere que el conocimiento esté volcado en **herramientas de apoyo**, que en nuestro caso, pueden ser por ejemplo, mapas que indiquen sitios de alto valor de conservación que deben ser especialmente cuidados en los procesos productivos.

Por ello, en este apartado se volverán a resumir:

A. las **Estrategias**, que en el Manual aparecen parciamente en los capítulos de "Planificación del manejo forestal" y de "Biodiversidad",

1. Roveta, R. 2004. Propuesta para mejorar la evaluación y fiscalización de planes de manejo de bosques de lenga en Chubut a partir de criterios e indicadores de sustentabilidad. Tesis presentada para optar al título de In. Forestal, Universidad Nacional San Juan Bosco, 165 pp.

B. los **Indicadores** para evaluar, fiscalizar y monitorear los Planes de Manejo y

C. las **Herramientas** necesarias para aplicar estos indicadores.

A. RESUMEN DE ESTRATEGIAS PARA LA CONSERVACIÓN DE LA BIODIVERSIDAD

ESTRATEGIA 1: ÁREAS PROTEGIDAS (AP).

LAS ÁREAS PROTEGIDAS (AP) DEBERÍAN RESGUARDAR SUFICIENTES MUESTRAS REPRESENTATIVAS DE LOS DIVERSOS TIPOS DE VEGETACIÓN, DE ALTA CALIDAD DE HÁBITAT, Y CON MANEJOS QUE ASEGUREN SU CONSERVACIÓN.

Cuando evaluamos planes de manejo de bosques no debería ser indiferente saber si el ambiente a modificar, está siendo protegido en otras áreas, en cantidad y calidad suficiente.

En estos casos podríamos preguntarnos: *¿Están resguardados dentro del sistema de Áreas Protegidas estos sistemas naturales en los que propongo plantar? ¿La calidad del hábitat y el tamaño de ellas es suficiente para albergar poblaciones viables de la vida silvestre del ecosistema involucrado?, ¿El manejo conduce al mantenimiento de los valores de biodiversidad?* O ***¿Existe riesgo de invadir con mi plantación ambientes con valores de conservación?***, entre otras.

ESTRATEGIA 2: SITIOS DE ALTO VALOR DE CONSERVACIÓN.

LOS SITIOS DE ALTO VALOR DE CONSERVACIÓN SÓLO DEBEN TENER USOS QUE MANTENGAN DICHOS VALORES O RESGUARDARSE DE AQUELLOS USOS CERCANOS QUE LOS PUEDAN AFECTAR.

En relación a esta estrategia, cuando evaluamos planes de manejo de bosques podríamos preguntarnos: *¿Existen sitios fuera de las áreas protegidas, que tienen un valor muy alto para la conservación de la biodiversidad? ¿Dónde y cómo están? ¿Qué manejos Particulares debería hacer para mantener esos valores?* Y *¿Mis acciones permiten mantener dichos valores?*, entre otras.

ESTRATEGIA 3: ESPECIES DE ALTO VALOR

LAS ESPECIES CON VALORES PARTICULARES, DEBEN SER CONSIDERADAS ESPECIALMENTE EN EL MANEJO PARA EVITAR REDUCIR LA CALIDAD DE SU HÁBITAT.

Existe en la región una serie de especies con riesgo de extinción, en las categorías de UICN de “en peligro crítico” o “en peligro” cuya conservación no sólo depende de las áreas protegidas, sino que su mantenimiento depende de protegerlas además en áreas fueras de las mismas, las que mayormente estarán bajo usos productivos. También aquí podemos incluir las especies de alto valor por su uso. Cuándo elaboramos o evaluamos

planes de manejo de bosques podríamos preguntarnos: *¿El área a manejar está en la zona de distribución de alguna de estas especies?* Y si es así, *¿Qué cuidados debería tener en el manejo del área para evitar reducir aún más su población?*

ESTRATEGIA 4: AMBIENTES DE ALTO VALOR

LOS AMBIENTES DE ALTO VALOR PARA LA CONSERVACIÓN DE LA BIODIVERSIDAD DEBEN SER CONTEMPLADOS PARA EVITAR LA REDUCCIÓN DE SU CALIDAD.

Cuando elaboramos o evaluamos planes de manejo de bosques podríamos preguntarnos: *¿Existen en el predio ambientes de alto valor que deberían ser atendidos para resguardar su valor, en forma particular?*

ESTRATEGIA 5: HABITATS DE CALIDAD CONECTADOS

PARA FAVORECER LA PERSISTENCIA DE LA VIDA SILVESTRE, ES NECESARIO CONTAR CON AMBIENTES NATURALES CONECTADOS ENTRE SÍ, Y ELLO DEBE CONSIDERARSE DURANTE EL DISEÑO COMO EL MANEJO DE LAS PLANTACIONES.

En la elaboración o evaluación de un PM podríamos preguntarnos: *¿Se mantienen ambientes de calidad conectados dentro del predio y con los campos vecinos?*

ESTRATEGIA 6: RESILIENCIA Y FUNCIONES ECOSISTEMICAS

EL DISEÑO Y MANEJO REALIZADO, PERMITE MANTENER LA POSIBILIDAD DE RECUPERACIÓN DE LA NATURALIDAD DEL ÁREA EN CASO DE SER NECESARIO, A LA VEZ QUE SE MANTIENEN LOS PRINCIPALES PROCESOS ECOSISTÉMICOS A NIVEL REGIONAL (CIRCULACIÓN DE AGUA, DE NUTRIENTES).

Un manejo sustentable permite mantener la posibilidad de recuperar el ambiente con una calidad similar a la existente en la etapa previa a la realización de la actividad productiva.

B. INDICADORES Y C- HERRAMIENTAS PARA PLANES DE MANEJO (PM)

Estrategia	Indicador para evaluar PM	Indicador para fiscalizar PM	Indicador para monitorear PM	Herramientas *ad* hoc necesarias
1 Áreas Protegidas efectivas	a-El PM evalúa si los ecosistemas a intervenir están suficientemente representados (+ 17%) en Áreas Protegidas efectivas. b-En casos de intervenir ambientes con baja representación, el PM considera intervenciones con enfoque precautorio (ej.: plantaciones pequeñas, que mantienen el sotobosque original durante todo su ciclo)	b- En caso de ambientes poco representados en APs, se realiza el manejo pautado. (ej.: intervención suave)	b-El sistema actúa según las previsiones en los años subsiguientes. La estructura y composición de la vegetación se restablece o recupera en relación a la línea base.	Niveles de representación de los ambientes. Efectividad de las Áreas Protegidas[1] Precisión del manejo con enfoque precautorio[2]
2 Sitios de alto valor	El Plan contempla los sitios de alto valor de conservación y se evita la plantación en ellos a menos que pueda demostrarse científicamente que el valor del sitio no es alterado por la plantación. Los corredores de conectividad ecoregional son también tenidos en cuenta.	De tratarse de un sitio de alto valor identificado, no se ha plantado sobre ellos, a menos que existan pruebas de la viabilidad del valor detectado con las prácticas de manejo propuestas	De tratarse de un sitio de alto valor identificado se mantienen los valores identificados (tamaños poblacionales, procesos)	1-Mapa de distribución de sitios de alto valor [1] 2-Escrito con la caracterización de los valores que caracterizan al sitio[1]
3 Especies de alto valor	El Plan contempla la ubicación del predio en los mapas de especies de alto valor. El Plan incorpora los protocolos para la conservación de las especies de alto valor en el manejo.	Si el predio se halla en el área de distribución de una especie de alto valor, se cumplen los protocolos para su conservación	Las especies de alto valor no son afectadas negativamente por el manejo del predio	1-Listado de especies amenazadas o de alto valor (al menos "en peligro "y "en peligro crítico")1 2-Mapas de distribución de las especies amenazadas[1] 3-Protocolos para la conservación de las especies amenazadas[1]

1.Ver en Rusch y col. 2015 – 2. Ver ESTE MANUAL, Capitulo Biodiversidad- 3. Ver ESTE MANUAL, Capítulos Agua y Suelos

4 Ambientes de alto valor	El Plan identifica dentro del predio los ambientes de alto valor para la conservación. El Plan considera las pautas de manejo para conservar la calidad de los ambientes de alto valor	Se cumplen los protocolos de conservación	Se mantiene la calidad de los ambientes y los servicios que proveen (ej.: calidad del agua y los cursos, composición de bosques maduros)	1-Listado de ambientes de valor de conservación.[2] 2- Pautas de manejo para cada uno de ellos[2]
5 Hábitat de calidad conectado	El Plan demuestra el mantenimiento suficiente superficie (60%) de ambientes de calidad para la fauna y la flora durante todos el ciclo de plantación y corta. SI se parte de predios con menor superficie de calidad, se diseña la conectividad entre los bosques. Se toman en cuenta las practicas sugeridas para evitar el impacto de las invasiones por parte de la especie plantada	El diseño pautado en el Plan se cumple en terreno.	Se mantienen en el predio las poblaciones de fauna y flora originales o la misma se asemeja a la de sitios de mayor valor ambiental. No se observa efecto invasor de las especies plantadas. Los diversos ambientes naturales del predio (y sus alrededores) están conectados, los diversos grupos circulan entre ellos (según su movilidad)	1-El valor de 60% de superficie como umbral de aceptación se mantiene hasta que exista mejor información. 2-Este valor de 60% se podrá modificar en función de la realización de manejos de las plantaciones que mantiene una alta permeabilidad al uso por los principales ensambles de especies. 3-Pautas para el diseño de conectividad efectiva (mediante el diseño de las plantaciones y de corredores)[2]
6 Resiliencia y funciona-miento	EL PM expresa claramente el estado inicial del sistema (componentes del sotobosque). El PM expresa claramente cuál será la intervención a realizar para mantener la capacidad de recuperación de la calidad del ambiente natural. El PM con templa los flujos hídricos y de nutrientes para asegurar el mantenimiento de los mismos dentro de	Se realizan las intervenciones según lo pautado en el Plan	El ambiente natural recupera su composición original después de la corta. El flujo del agua y la calidad físico química del suelo se mantienen dentro de los parámetros de calidad .	1-Descripción de la vegetación original de los lotes, del predio. 2-Pautas de manejo para la conservación de la misma[2]. 3-Valores iniciales de los parámetros físico-químicos del suelo y flujos de los cursos de agua. 4- Pautas para el diseño y manejo de plantaciones para mantener la calidad del sotobosques, agua y nutrientes[3]

	los rangos naturales El PM contempla acciones de remediación en caso de que los resultados de la evolución de la vegetación y el paisaje no sea el esperado.			
Otras	El personal del predio es capacitado sobre los valores a conservar y las pautas de acción	El personal conoce los valores a conservar y está comprometido con su mantenimiento	El accionar del personal produce efectos claros en el mantenimiento de los valores.	Charlas sobre la temática. Cursos sobre la temática. Cartillas para registro de fauna especial.

ANEXO 2: EL SISTEMA ARGENTINO VOLUNTARIO DE CERTIFICACIÓN FORESTAL - cerfoar

Florencia Chavat

Cómo se cita este capítulo:

Chavat F. 2015. Anexo II. Mecanismo de Certificación Forestal Argentino. Manual de Buenas Prácticas para el manejo de plantaciones forestales en el noroeste de la Patagonia. Editores: L. Chauchard, M.C. Frugoni, C. Nowak. Editorial Buenos Aires Anexo p: 505-523

TABLA DE ACRÓNIMOS

AFoA	Asociación Forestal Argentina
AFCP	Asociación de Fabricantes de Celulosa y Papel
BID	Banco Interamericano de Desarrollo
cerfoar	Sistema Argentino de Certificación Forestal
CERTFOR	Sistema Chileno de Manejo Forestal Sustentable
FAIGA	Federación Argentina de la Industria Gráfica y Afines
FAIMA	Federación Argentina de la Industria de la Madera y Afines
FOMIN	Fondo Multilateral de Inversión
FSC	Forest Stewardship Council
IAF	International Accreditation Forum
IGJ	Inspección General de Justicia
INTA	Instituto de Tecnología Agropecuaria
IRAM	Instituto Argentino de Normalización y Certificación
ISO	International Organization for Standarization
MAGyP	Ministerio de Agricultura Ganadería y Pesca
OAA	Organismo Argentino de Acreditación
PEFC	Programme for the Endorsement of Forest Certification
PyMEs	Pequeñas y Medianas Empresas
SAyDS	Secretaría de Ambiente y Desarrollo Sustentable
WG2	IRAM Grupo de Trabajo 2: Gestión Forestal

PRÓLOGO

El presente manual es una recopilación e interacción ordenada de gran parte de los especialistas que hace años vienen trabajando en la región, en investigación, innovación, en gestión, en docencia y en extensión. La aspiración es promover el manejo sustentable de las plantaciones y que ello esté vinculado con los diferentes niveles o escalas de planificación y uso en el territorio, con otorgar garantías de conservación de la biodiversidad natural y los servicios ecosistémicos de la región y finalmente con un aporte positivo al desarrollo sostenible. El manual claramente tiene el foco en el rodal, sin embargo pretende ser parte del principio *pensar regionalmente (estratégicamente) y actual localmente (gestión*). En la medida que demos soluciones al camino que lleve a la sustentabilidad de un proyecto en una propiedad, le será más fácil a aquellos que tienen responsabilidad en la elaboración de políticas públicas, su implementación.

Este manual ha coincidido, sin pretenderlo, con la formalización del mecanismo argentino para la Certificación Forestal voluntaria (cerfoar), para el cual, tal producto es un insumo fundamental. Por ello, es que hemos decidido introducir un Anexo con el documento técnico básico del mecanismo y con ello difundir la posibilidad futura de cualquier propietario de poder solicitar el ingreso de su proyecto al entorno de la certificación de la sustentabilidad del mismo.

Sin embargo, nuestra aspiración es que los propietarios, empresas y organizaciones adopten el Manual como una guía para la elaboración y ejecución de proyectos forestales, de legislación y normas, de mecanismos de incentivos, de capacitación y de todo aquello vinculado con las buenas prácticas de nuestros bosques. Es una aspiración de mínima, de ahí cada propietario tendrá la elección de hasta dónde llegar con un proyecto forestal.

INTRODUCCIÓN

El Sistema Argentino de Certificación Forestal (cerfoar) es una iniciativa voluntaria del sector forestal argentino que establece los requisitos para dos etapas de un proceso forestal en el territorio argentino:

a) la Certificación del manejo de los bosques nativos e implantados y para,

b) la Certificación de la trazabilidad de los productos de las industrias relacionadas.

El cerfoar ofrece un marco creíble y transparente para la certificación forestal, basado en los siguientes criterios globalmente consensuados para la evaluación de la conformidad (certificación) de la gestión forestal y de la cadena de custodia asociada:

- conformidad con marcos internacionales para la certificación, acreditación y desarrollo de las normas;
- compatibilidad con los principios internacionalmente reconocidos que equilibran la dimensión económica, ecológica y social de la gestión forestal;
- participación significativa y equilibrada de los principales grupos de interés en los procesos de desarrollo de las normas y de administración del sistema;
- elusión de los obstáculos innecesarios al comercio;
- adaptación de las normas objetivas y mensurables a las condiciones locales;
- decisiones de certificación tomadas sin conflictos de intereses de partes;
- transparencia en la toma de decisiones y en la elaboración de los informes públicos;
- evaluación independiente y fidedigna de la gestión forestal y de la cadena de custodia;
- desarrollado atendiendo las características específicas del sector forestal en el país, en conformidad con estrictas pautas de evaluación para el sector forestal que permitan la convalidación internacional del sistema.

El cerfoar ha sido diseñado y desarrollado respetando los requisitos técnicos y proce-

dimentales que permiten alcanzar una convalidación internacional a través del acuerdo de reconocimiento mutuo con uno de los esquemas internacionales denominado en inglés *Programme for the Endorsement of Forest Certification schemes* (PEFC*, Programa de Reconocimiento de Sistemas de Certificación Forestal)*. De esta forma se constituye con validez y proyección internacional.

En 2010, en la 14° reunión de la Asamblea General del Consejo PEFC celebrada en Río de Janeiro, Brasil, la asociación civil que administra el Sistema Argentino de Certificación Forestal, denominada *Asociación cerfoar* fue aceptada por la Asamblea General del Consejo PEFC como parte de los Consejos o Cuerpos de Miembros Nacionales de Certificación *(National Governing Bodies)*. El proceso se completa en 2013, que es enviado al Consejo PEFC para su convalidación final.

SISTEMA VOLUNTARIO ARGENTINO DE CERTIFICACIÓN FORESTAL - cerfoar

PRINCIPIOS RECTORES

El cerfoar adopta la definición de gestión forestal sostenible emanada de la Resolución N° 1 sobre Directrices generales para una gestión sostenible de los bosques de Europa de la Segunda Conferencia Ministerial para la protección de los bosques en Europa, desarrollada en Helsinki en junio de 1993:

GESTIÓN FORESTAL SOSTENIBLE (GFS): ADMINISTRACIÓN Y USO DE LOS BOSQUES Y LAS TIERRAS FORESTALES DE FORMA E INTENSIDAD TAL QUE PERMITA MANTENER LA BIODIVERSIDAD, LA PRODUCTIVIDAD, LA CAPACIDAD DE REGENERACIÓN, LA VITALIDAD Y EL POTENCIAL PARA ATENDER, AHORA Y EN EL FUTURO, A LAS FUNCIONES ECOLÓGICAS, ECONÓMICAS Y SOCIALES RELEVANTES EN ESCALA LOCAL, NACIONAL Y GLOBAL, SIN CAUSAR DAÑO A OTROS ECOSISTEMAS.

En esta definición se atiende a lo establecido por la *Declaración de los Principios para un Consenso Mundial respecto de la ordenación, la conservación y el desarrollo sostenible de todos los bosque*s (Declaración de Principios Forestales *Autorizada* – sin fuerza jurídica obligatoria) adoptada en la Conferencia de las Naciones Unidas sobre Medio Ambiente y Desarrollo de 1992.

En consecuencia el cerfoar establece, como base para cumplir los requisitos de certificación de la gestión forestal sostenible, los criterios del Proceso de Montreal que suscribe la República Argentina desde 1995, que tiene los siguientes preceptos para la gestión forestal:

- cumplimiento de todas las leyes relevantes;
- reconocimiento y respeto de los derechos de tenencia y uso de la tierra legalmente documentados o consuetudinarios;
- planificación efectiva de la gestión forestal;
- respeto y contribución al desarrollo de las comunidades locales;

- adopción de medidas para mantener o intensificar relaciones comunitarias sólidas y eficaces;
- conocimiento y respeto de los derechos de los trabajadores;
- uso de los múltiples beneficios de los bosques y adopción de medidas para mantener o fortalecer su producción (bienes y servicios);
- conservación de la diversidad biológica y las funciones ecológicas;
- prevención o minimización de los impactos ambientales adversos derivados de la gestión forestal;
- mantenimiento de áreas forestales críticas y hábitats naturales críticos afectados por la gestión forestal;
- mantenimiento de las áreas de valor cultural, religioso, económico y social para las comunidades locales;
- establecimiento de plantaciones no relacionado con la conversión de hábitats naturales críticos;
- seguimiento y evaluación efectiva (monitoreo) de la gestión forestal.

A su vez, la Asociación cerfoar asume el compromiso de sustentar su gobernanza y aplicación en los siguientes principios rectores:

- **Calidad:** rigor en la definición y evaluación del cumplimiento de los requisitos de competencia técnica y profesional para operar con el cerfoar.
- **Mejora continua:** incorporación de nuevos conocimientos y avances tecnológicos y respuesta oportuna a los cambios en las demandas de las partes interesadas.
- **Consistencia:** adopción de los principios y criterios de gestión forestal sostenible, adaptados a las condiciones locales y con criterios internacionalmente establecidos para la evaluación de la conformidad y sus actividades relacionadas (normalización, acreditación y certificación).
- **Credibilidad:** auditorías de la gestión forestal sostenible y de la cadena de custodia realizadas por organismos de certificación independientes, competentes, autorizados y acreditados por el organismo nacional de acreditación u otros organismos de acreditación que operen en acuerdo con las normas y guías de aplicación de la *International Organization for Standardization (ISO, Organización Internacional para la Estandarización)* y las guías y documentos mandatarios del *International Accreditation Forum* (IAF*, Foro de Acreditación Internacional)*.

- **Transparencia:** registro de los procesos de normalización y certificación disponible para las partes interesadas.

- **Rentabilidad:** minimizar los costos administrativos y financieros para los usuarios del cerfoar.

- **Apertura a las partes interesadas:** participación significativa y equilibrada de los principales grupos de interés en los procesos de administración del sistema, elaboración de las normas y certificación de la gestión forestal y la cadena de custodia.

- **Accesibilidad:** acceso a la certificación por los distintos tipos y escalas de productores forestales y foresto-industriales.

ADMINISTRACIÓN DEL SISTEMA ARGENTINO DE CERTIFICACIÓN FORESTAL - ASOCIACIÓN CERFOAR

El cerfoar es una iniciativa clave del sector forestal argentino, resultado del trabajo conjunto de las cámaras forestales nacionales que representan todos los eslabones de la cadena de valor de los productos de base forestal y el conjunto de las partes interesadas que componen el sector forestal en la Argentina.

EL PROPÓSITO DE LA *ASOCIACIÓN CERFOAR* ES PROMOVER LA GESTIÓN FORESTAL SOSTENIBLE Y ASEGURAR LA TRAZABILIDAD DE LOS PRODUCTOS DE BASE FORESTAL A TRAVÉS DE TODA LA CADENA PRODUCTIVA, DESDE EL BOSQUE HASTA EL USUARIO FINAL.

En septiembre de 2009, las cámaras forestales nacionales se reunieron para otorgar institucionalidad al sistema de certificación forestal, acordando crear una asociación civil sin fines de lucro con el fin de administrar y actualizar periódicamente las normas y procedimientos del cerfoar.

El 1º de septiembre de 2009 la Asociación Forestal Argentina (AFoA), la Federación Argentina Industria de la Madera y Afines (FAIMA) y la Asociación de Fabricantes de Celulosa y Papel (AFCP), conformaron una Asociación Civil sin fines de lucro para la Administración del Sistema Argentino de Certificación Forestal comprometiéndose a:

- Promover y divulgar la GFS del bosque a través de la implantación en la República Argentina del mecanismo cerfoar.

- Promover en el país un esquema de certificación forestal, homologable internacionalmente con el *PEFC*, iniciativa voluntaria del sector privado forestal internacional que proporciona el marco para desarrollar los principios comunes de la certificación forestal, establece los mecanismos para el reconocimiento mutuo de los sistemas de certificación desarrollados por los distintos países participantes y ofrece una marca colectiva, el logo PEFC, que certifica que un determinado producto forestal proviene de un bosque gestionado con criterios de sostenibilidad.

- Garantizar la credibilidad del cerfoar a nivel nacional e internacional, participando en la elaboración de las normas y procurando su aceptación por las partes interesadas.

- Facilitar y coordinar los procesos consultivos para la elaboración y actualización de las normas del cerfoar.

- Velar por el cumplimiento y aplicación de las normas del cerfoar y asegurar la conformidad de los procesos de certificación con la normativa internacionalmente acordada para los mismos (acreditación).

- Actuar en la resolución de conflictos inherentes al cerfoar y proporcionar mecanismos para la resolución de disputas y apelaciones.

- Actuar, en cuanto compete al cerfoar, de nexo entre las organizaciones públicas y privadas a nivel nacional e internacional.

- Apoyar el fortalecimiento de las capacidades institucionales relacionadas con la gestión forestal sostenible y la certificación forestal de los sectores privado y público.

- Proveer información sobre el cerfoar y los mercados nacionales e internacionales.

- Informar de sus actividades mediante publicaciones periódicas, documentos técnicos y actos de extensión en eventos especializados.

La Asociación que administra el cerfoar es una entidad civil sin fines de lucro con personería jurídica otorgada por la Resolución Nº 00429 de la Inspección General de Justicia en mayo de 2010.

Una vez consolidada la estructura administrativa del Sistema, los miembros fundadores AFoA, FAIMA y AFCP, invitaron a las Autoridades Nacionales de Aplicación, a sus Institutos Tecnológicos y a otras ONGs sociales y ambientales del sector, a incorporarse a la Asociación cerfoar para participar en el desarrollo e implementación del Sistema Argentino de Certificación y en la toma de decisiones. En la actualidad integran la Asociación cerfoar, además de las fundadoras, las siguientes entidades: Secretaría de Industria de la Nación, Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria, Ministerio de Agricultura, Ganadería y Pesca de la Nación, Ministerio de Producción, Trabajo y Turismo de la provincia de Corrientes, Ministerio de Ecología y Recursos Naturales de la provincia de Misiones.

El proceso de normalización fue completado en junio de 2010.

La Asociación cerfoar es, por lo tanto, la entidad responsable de desarrollar las reglas, los procedimientos generales e internos y la estructura de gestión para el funcionamiento de las distintas áreas del sistema argentino, los cuales se pueden resumir en los siguientes:

- **Normas del sistema:** coordina con el Instituto Argentino de Normalización (IRAM), la elaboración de las normas técnicas de aplicación voluntaria que constituyen la base del cerfoar;

- **Protocolos de acreditación:** coordina con el Organismo Argentino de Acreditación, OAA,

la elaboración de los protocolos de acreditación que permitan evaluar la competencia de los organismos de certificación para desarrollar las tareas específicas de evaluación de la conformidad (certificación de gestión forestal sostenible y cadena de custodia);

- **Procedimientos administrativos del sistema:** publica y actualiza todos los documentos relativos a la administración y a la implementación del cerfoar;

- **Promoción:** promueve la gestión forestal sostenible, el uso de las normas argentinas de certificación forestal y el Esquema Internacional PEFC, incluyendo la certificación de la cadena de custodia en conformidad con el estándar internacional PEFC ST 2.002 vigente;

- **Homologación internacional:** gestiona la convalidación del cerfoar con el Esquema PEFC;

- **Autorización de organismos de certificación:** define los requisitos y procedimientos para la autorización de los organismos de certificación que operen en la República Argentina con el cerfoar;

- **Registro de los organismos de certificación autorizados:** realiza el registro de los Organismos de Certificación Registrados y Autorizados y controla el cumplimiento de los criterios de elegibilidad;

- **Regulación del uso del logotipo PEFC:** establece los procedimientos para la concesión de licencias de uso del logotipo y la marca PEFC;

- **Seguimiento y control del uso del logotipo PEFC:** se responsabiliza del correcto uso del logotipo y la marca PEFC por parte de los poseedores de licencias de uso;

- **Apelaciones, quejas y disputas:** atiende y resuelve reclamos y conflictos relativos a la aplicación del cerfoar o al procedimiento de certificación de la gestión forestal sostenible y de la cadena de custodia, que no puedan ser resueltos a través de los procedimientos de resolución de conflictos del Organismo de Certificación acreditado o del Organismo de Acreditación según corresponda.

- **Formación y capacitación:** define los requisitos de capacitación y los contenidos de los programas de formación de auditores del sistema (principios fundamentales de la gestión forestal sostenible, Esquema de Certificación PEFC y normas IRAM de gestión forestal sostenible);

- **Comunicación:** difunde sus actividades a través de eventos académicos y de extensión;

- **Revisión:** al menos cada 5 años, la Administración cerfoar toma la responsabilidad del desarrollo, de la administración y del mantenimiento de las normas del sistema incluyendo su total revisión en vistas de nuevos conocimientos científicos y de experiencia práctica.

La estructura organizativa de la Asociación cerfoar consta de los siguientes órganos, los cuales son regidos tanto en la composición como en el funcionamiento por el Estatuto respectivo:

Asamblea General: órgano superior de regencia.
Consejo Directivo: dirige la administración del cerfoar y asume las funciones de interpretación, supervisión y control del Sistema y establece las comisiones de trabajo de acuerdo con las consultas y recursos recibidos.

Órgano de Fiscalización: controla la correcta administración y el cumplimiento de las leyes, estatutos, reglamentos y compromisos asumidos.

Secretaría Ejecutiva: lleva el registro de certificaciones de gestión forestal y de la cadena de custodia, de las entidades de certificación acreditadas y autorizadas, así como de las disposiciones, textos y comunicaciones oficiales internas y externas, en carácter de departamento técnico y administrativo.

BASES DOCUMENTALES DEL CERFOAR

El cerfoar está basado en la documentación normativa del Programa PEFC aprobada por el Consejo PEFC y en sus correspondientes directrices.

El cerfoar establece los requisitos para la certificación de la gestión forestal de los bosques nativos e implantados y de la trazabilidad de los productos de las industrias relacionadas ubicadas en la República Argentina. La base documental del sistema comprende el presente Documento Técnico, las Normas IRAM vinculadas a la gestión forestal sostenible, la documentación normativa del Consejo PEFC y los procedimientos generales establecidos para el cerfoar.

Las normas técnicas de aplicación voluntaria que constituyen la base normativa del Sistema Argentino de Certificación Forestal son las Normas IRAM de la Serie 39.800, de Gestión Forestal Sostenible que se encuentran vigentes:

- IRAM 39.801 de GFS, relacionada a Principios, criterios e indicadores para una unidad de gestión (propietario).

- IRAM 39.805: de GFS, relacionada a la Certificación Forestal en grupo (propietarios).

Respecto de la certificación de la cadena de custodia y el uso del logo PEFC, la Asociación cerfoar adopta las normas internacionales vigentes establecidas por el PEFC:

- PEFC ST 2.002: relacionada a los requisitos para certificar la Cadena de Custodia de Productos Forestales.

- PEFC ST 2.001: relacionada a las Reglas para el uso del logotipo PEFC.

Por medio de los procedimientos generales y los internos aprobados por el Consejo Directivo, se detalla las reglas para sus diferentes áreas tales como los requisitos y procedimientos para la autorización de los organismos de certificación, el acuerdo para el uso del logotipo y la marca PEFC, los aranceles a cobrar y los procedimientos para la atención de quejas y reclamaciones.

Los Procedimientos Generales (PG) vigentes del cerfoar son:

- PG 01: Autorización cerfoar de organismos de certificación para la gestión forestal y/o la cadena de custodia en Argentina.

- PG 02: Procedimiento para la Realización de Auditorías y Certificación de la Gestión Forestal que deben implementar los Organismos de Certificación.

- PG 03: Procedimiento de Consulta a las Partes Interesadas que deben implementar los Organismos de Certificación durante las Auditorías de la Gestión Forestal.

- PG 04: Procedimiento de Revisión de Pares del Informe de Certificación de la Gestión Forestal que deben implementar los Organismos de Certificación.
- PG 05: Procedimiento para la Elaboración de los Informes de Auditorías de la Gestión Forestal que deben implementar los Organismos de Certificación.

- PG 06: Procedimiento para la Resolución de Conflictos que debe implementar la Asociación cerfoar.

- PG 07: Procedimiento para la Concesión de Licencias de Uso del Logotipo PEFC por la Asociación cerfoar.

ALCANCE DEL CERFOAR

- La certificación de la GFS de los bosques nativos e implantados de la República Argentina en conformidad con las Normas IRAM de la serie 39.800 de gestión forestal sostenible vigentes.

- La certificación de la cadena de custodia de los productos de base forestal en conformidad con la norma internacional vigente ST PEFC 2002 *(Chain of Custody of Forest Based Products, Requirements)*.

- La administración y el control en el territorio de la República Argentina, de los requisitos de uso y licencia del logotipo y la marca PEFC según los requerimientos de la norma Internacional vigente PEFC ST 2001 (PEFC *Logo Usage Rules, Requirements)*.

CERTIFICACIÓN

NIVELES DE APLICACIÓN DE LA CERTIFICACIÓN

El cerfoar sigue los niveles de aplicación de la certificación forestal establecidos en la documentación técnica del Consejo PEFC, que se componen de dos partes claramente diferenciadas, la certificación de la gestión forestal y la certificación de la cadena de custodia.

Certificación de la gestión o manejo forestal

La gestión forestal implementada en los bosques de la entidad solicitante es objeto de una auditoría por una tercera parte independiente que certifica que dicha gestión forestal se lleva a cabo de acuerdo con las normas IRAM 39.801 y/o IRAM 39.805, normas de Gestión Forestal Sostenible y toda la legislación pertinente.

La norma IRAM 39.801 establece los Principios y Criterios Indicadores, de cumplimiento obligatorio, para una gestión forestal sostenible que deben constar en el plan de gestión para garantizar la sostenibilidad de la unidad de gestión considerada.

Excepto casos específicos autorizados por la Asociación cerfoar, las mismas tierras forestales no podrán ser incluidas en más de un certificado de Gestión Forestal Sostenible. En el caso de los bosques autorizados para ser incluidos en más de una certificación, cuando se hallara una no conformidad en alguno de los certificados, será el correspondiente organismo de certificación el responsable de notificar adecuadamente a los otros organismos de certificación y a la Asociación cerfoar.

Como fundamento del proceso de mejora continua y para evitar y minimizar los impactos negativos, la gestión forestal debe cumplir con los inventarios programados y las actividades de planificación, seguimiento y evaluación, considerando debidamente los impactos sociales, ambientales y económicos.

La entidad solicitante puede ser una gestión forestal individual o conformarse como un Grupo de Certificación Forestal.

La norma IRAM 39.805 establece los requisitos que debe cumplir la estructura de gestión de un Grupo de Certificación Forestal para asegurar que cada unidad de gestión forestal que forme parte del grupo cumple con todos los aspectos requeridos en la norma IRAM 39.801.

En el caso de la solicitud grupal, los miembros del grupo de certificación deben participar voluntariamente y documentar el compromiso de cumplir con los requisitos de la certificación de la gestión forestal sostenible.

Certificación de Cadena de Custodia

La trazabilidad de las materias primas y sus derivados son objeto de una auditoría que abarca todos los procesos de transformación hasta el producto final certificado autorizado a llevar el Logotipo y la marca PEFC.

La entidad solicitante de una certificación de cadena de custodia puede ser individual o la representante de un conjunto de instalaciones, denominado multisitio o certificación “múltiple”. Las compañías auditadas se comprometerán por escrito y voluntariamente a cumplir con los requisitos de la certificación. Cada una de estas modalidades es detallada en los siguientes puntos.

CERTIFICACIÓN DE GESTIÓN FORESTAL INDIVIDUAL

El solicitante de la Certificación Forestal Individual es una persona o una entidad legal (productor forestal) que actúa voluntariamente y desea incluir en el proceso las tierras forestales que gestiona. Se recomienda que la entidad solicitante de una Certificación Forestal Individual incluya todas las unidades de gestión que el productor forestal posea o gestione en el área.

Derechos de la entidad solicitante de la Certificación Forestal Individual:

- Obtener el Certificado Individual de gestión forestal sostenible sobre los bosques que haya comprometido en el proceso una vez que el proceso de certificación haya sido completado exitosamente. El certificado, que será emitido por el Organismo de Certificación, indicará el número de registro y el período de validez, y la información identificativa de la entidad solicitante y del organismo certificador emitente. Este documento no otorga a su titular el derecho de utilizar el logotipo PEFC, dicho derecho sólo es concedido por la Asociación cerfoar a través de una Licencia de Uso de la Marca y Logotipo PEFC.

- Presentar ante la Asociación cerfoar cualquier reclamo relacionado con el proceso de certificación o funcionamiento del sistema.

Obligaciones de la entidad solicitante (propietario, empresa) de la Certificación Forestal:

- Comprometerse expresamente a cumplir con las obligaciones que imponga el cerfoar.

- Verificar que las operaciones forestales realizadas por contratistas dentro de las unidades de gestión alcanzadas por el certificado de gestión forestal sostenible cumplen con los estándares del cerfoar.

- Poner a disposición del organismo de certificación los documentos y registros requeridos por el cerfoar y permitir el acceso a las distintas áreas de la unidad de gestión para la realización de las auditorías de certificación.

- Solicitar a la Asociación cerfoar la licencia de uso del logo y la marca PEFC, una vez obtenido el certificado de gestión forestal sostenible en conformidad con el cerfoar.

- Responsabilizarse por el correcto uso del certificado y de la licencia de uso del logo y la marca PEFC.

Además de los requisitos explícitamente establecidos por el cerfoar, las entidades solicitantes de la certificación deben cumplir las leyes y reglamentaciones nacionales y locales que sean aplicables, incluidas las relativas a los convenios fundamentales de la OIT y otros convenios internacionales ratificados por el país que tengan una relación e incidencia directa en los principios de la gestión forestal sostenible y/o en la trazabilidad de los productos de base forestal. Cualquier indicio de incumplimiento de la legalidad vigente será considerado en los procesos de auditoría y certificación.

En cuanto a la conversión o transformación de las tierras forestales a otros usos, incluyendo la transformación de bosques nativos en plantaciones, el cerfoar tiene establecidos ciertos supuestos. Sin embargo, los mismos quedarían relegados a lo dispuesto por la Ley Nacional Nº 26.331 de los Presupuestos Mínimos de Protección Ambiental de los Bosques Nativos y las respectivas leyes provinciales vinculadas. A través de estas leyes, se ha procedido en el país a la Ordenación Territorial de todos los bosques nativos y la misma consiste en la clasificación de los bosques, según su valor de conservación y se establece claramente cuáles serían los bosques pasibles de recibir un plan de cambio de uso del suelo (transformación del bosque), previa evaluación y aprobación por la Autoridad de Aplicación pertinente.

CERTIFICACIÓN DE GESTIÓN FORESTAL EN GRUPO

La entidad solicitante de la Certificación de Gestión Forestal en Grupo debe representar a los miembros del grupo de certificación y debe ser responsable de solicitar y custodiar el certificado grupal de gestión forestal sostenible. El solicitante representa al grupo mediante una asociación legalmente constituida o mediante acuerdo de agrupación jurídicamente documentado.

Esta es la forma más rentable de certificación forestal y permite la participación de todos los productores forestales independientemente de su forma jurídica y el tamaño de la propiedad forestal.

Los requisitos para la constitución, organización y gestión de un grupo de certificación, incluyendo los deberes y derechos de la entidad solicitante de la certificación y de los miembros del grupo de certificación, así como los requisitos para la salida o expulsión de miembros del grupo o admisión de nuevos miembros, se encuentran establecidos en la Norma IRAM 39.805.

Derechos de la entidad solicitante de la Certificación Forestal en Grupo:

- Obtener el Certificado de Gestión Forestal en Grupo sobre los bosques que haya comprometido en el proceso una vez que el proceso de certificación haya sido completado exitosamente. El certificado indicará el número de registro y el período de validez, y la información identificativa de la entidad solicitante y del organismo de certificación emitente. Este documento no concede a su titular el derecho al uso del logo PEFC, tal derecho sólo es concedido por la Asociación cerfoar a través de una Licencia de uso del Logotipo y la Marca PEFC. El área alcanzada por el certificado de gestión forestal en grupo es la suma de todas las áreas de las unidades de gestión que participan en el grupo de certificación.

- Solicitar a la Asociación cerfoar la licencia de uso del logo y la marca PEFC, una vez obtenido el certificado, en conformidad con el cerfoar.

Obligaciones de la entidad solicitante de la Certificación Forestal en Grupo

- Proveer a cada miembro del grupo de una copia del certificado que incluya un anexo con la lista de los miembros del grupo y las unidades de gestión alcanzadas por el certificado.

- Responsabilizarse del certificado, de la licencia y de las sublicencias para de uso correcto del Logotipo y Marca PEFC.

CERTIFICACIÓN DE CADENA DE CUSTODIA

La Certificación de Cadena de Custodia es una etapa posterior a la Certificación de Gestión Forestal en la que el seguimiento y la trazabilidad de los productos y derivados de los bosques se garantizan para todas las etapas de producción y para el posterior proceso de comercialización.

El cerfoar, en lo que se refiere a la Cadena de Custodia, adopta y asume todas las disposiciones del documento técnico del Consejo PEFC, especialmente la Norma Internacional PEFC ST 2.002.

ORGANISMOS DE CERTIFICACIÓN

La Asociación cerfoar acreditará y autorizará a organismos independientes para la tarea de certificación, solo los organismos acreditados y autorizados podrán emitir certificaciones válidas. Tendrán competencia técnica en procedimientos de certificación, conocimiento adecuado en gestión forestal y obtención de productos forestales y procesamiento en general, y tendrán un correcto conocimiento de los criterios de certificación del Consejo PEFC y el cerfoar.

Los organismos acreditados por cerfoar serán terceras partes imparciales e independientes, tanto de la entidad certificada como de la gestión forestal y no serán un órgano de decisión en el proceso de elaboración de normas.

Certificación de Gestión Forestal Individual

Cuando se certifican bosques, el organismo de certificación evaluará la gestión forestal de acuerdo con los principios, criterios e indicadores del manejo forestal sostenible según la Norma Argentina vigente IRAM 39.801. Una vez comprobado, emitirá el certificado de conformidad.

Certificación de Gestión Forestal en Grupo

En este caso, se evaluará el manejo forestal de los miembros y la gestión del grupo de certificación según los requisitos de la Norma Argentina vigente IRAM 39.805. Una vez evaluado, emitirá el certificado de conformidad.

Certificación de la Cadena de Custodia

El organismo de certificación analizará el seguimiento del origen de los productos de base forestal según los requisitos de la Norma Internacional PEFC ST 2.002: Requisitos para la Certificación de la Cadena de Custodia de los Productos de Base Forestal - Requisitos *(Chain of Custody of Forest Based Products – Requirements)*.

Tareas del organismo de certificación:

- Realización de auditorías independientes.
- Emisión, suspensión y revocación de certificados de acuerdo con las normas reconocidas por el Consejo PEFC y/o la Asociación cerfoar. Es su obligación también cursar notificación sobre todas las emisiones, suspensiones y certificaciones a la Asociación cerfoar.
- Control del uso de los certificados de gestión forestal y cadena de custodia y del uso del logotipo y la marca PEFC.

PROCEDIMIENTOS DE CERTIFICACIÓN

Siguen las normas internacionales para la evaluación de la conformidad de sistemas de gestión (en el caso de la certificación de gestión forestal sostenible) y para la evaluación de la conformidad de productos (en el caso de la certificación de la cadena de custodia).

Los requisitos cerfoar para la certificación y de competencia de los organismos que realizan certificaciones de gestión forestal están definidos en el documento Procedimientos Generales cerfoar PG 02: Procedimiento para la Realización de Auditorías y Certificación de Gestión Forestal que deben Implementar los Organismos de Certificación.

Los requisitos cerfoar para la certificación y de competencia de los organismos que realizan certificaciones de cadena de custodia están definidos en la norma internacional PEFC ST 2.003: Requerimientos para la Certificación de los Sistemas Operacionales de Certificación contra el estándar de la Cadena de Custodia del PEFC Internacional *(Requirements of certification bodies operating certification against the PEFC International Chain of Custody Standard)*.

Para la certificación de la GFS se ha desarrollado un esquema de siete (7) Principios sobre los cuales se apoyan 36 Criterios y 150 Indicadores.

ACREDITACIÓN Y AUTORIZACIÓN

Sólo aquellos certificados de gestión forestal y cadena de custodia emitidos por organismos de certificación acreditados ante el OAA y autorizados por el Consejo PEFC o la Asociación cerfoar son reconocidos por cerfoar.

Los requisitos para las autorizaciones están definidos en el documento Procedimientos Generales cerfoar PG 01: Autorización cerfoar de organismos de certificación para gestión forestal y/o cadena de custodia en Argentina

Los requisitos cerfoar para la acreditación están definidos en el documento OAA CE-CP-02 Criterios Específicos para la Evaluación y Acreditación de Organismos que Certifican Gestión Forestal Sostenible y Cadena de Custodia bajo el Sistema Argentino de Certificación Forestal.

Los certificados de gestión forestal y de cadena de custodia llevarán un símbolo de acreditación del organismo de acreditación correspondiente.

CRITERIOS DE ACREDITACIÓN PARA LA GESTIÓN FORESTAL SOSTENIBLE

La acreditación de organismos de certificación para la gestión forestal cerfoar está basada en la norma ISO/IEC 17.021: vigente. Evaluación de la Conformidad – Requisitos para los organismos que realizan la auditoría y la certificación de sistemas de gestión dentro del alcance definido por las Normas Argentinas vigentes, IRAM 39.801 e IRAM 39.805, junto con los requisitos específicos definidos por los siguientes Procedimientos Generales cerfoar:

- PG 02: Procedimiento Para la Realización de Auditorías y Certificación de Gestión Forestal que deben Implementar los Organismos de Certificación.

- PG 03: Procedimiento de Consulta a las Partes Interesadas que Deben Implementar los Organismos de Certificación Durante las Auditorías de Gestión Forestal.

- PG 04: Procedimiento de Revisión de Pares del Informe de Certificación de Gestión Forestal que deben Implementar los Organismos de Certificación.

- PG 05: Procedimiento para la Elaboración de los Informes de Auditorías de Gestión Forestal que deben Implementar los Organismos de Certificación.

CRITERIOS DE ACREDITACIÓN PARA LA CADENA DE CUSTODIA

La acreditación de organismos de certificación para la cadena de custodia se basa en la norma internacional ISO/IEC 17.095: Evaluación de la conformidad - Requisitos para los Organismos de Certificación de Productos, Procesos y Servicios dentro del alcance definido por la norma internacional PEFC ST 2001: Cadena de Custodia de Productos de Base Forestal - Requisitos, junto con los requisitos específicos definidos por el Consejo PEFC es su norma internacional PEFC ST 2003: Requerimientos para la Certificación de los Sistemas Operacionales de Certificación contra el estándar de la Cadena de Custodia del PEFC Internacional (Requirements for Certification Bodies operating Certification against the PEFC International Chain of Custody Standard).

ORGANISMO DE ACREDITACIÓN

El Organismo de Acreditación Argentino (OAA) es el organismo designado por el Decreto Ley 1.474/1994 para establecer y mantener el sistema de acreditación nacional de acuerdo con las normas internacionales siguiendo en todo momento las políticas y recomendaciones establecidas por el Estado Argentino.

El OAA es una organización declarada de bien público, independiente y sin ánimo de lucro, auspiciada y tutelada por la Secretaría de Industria (autoridad de aplicación) que desarrolla su misión con una clara vocación de servicio público, dirigido tanto al sector público como al mercado en general, garantizando que todas sus actuaciones se basan en principios de imparcialidad, independencia y transparencia, con un marcado carácter técnico, aportando valor a todos los agentes que tienen intereses en los distintos aspectos de la acreditación.

Su misión es evaluar la competencia técnica de los organismos de evaluación de la conformidad (laboratorios, entidades de inspección y de certificación). Este control de los organismos de evaluación permite que sus actividades logren la confianza tanto del Estado como del mercado y de la sociedad en general.

El OAA es miembro de los siguientes organismos internacionales: Interamerican Accreditation Cooperation (IAAC), International Laboratory Accreditation Cooperation (ILAC), y el International Accreditation Forum (IAF).

El OAA es signatario con el IAF de acuerdos de reconocimiento mutuo desde 2005 en los siguientes campos:

- *Quality Management Systems* (Organismos de Certificación de Sistemas de Gestión de Calidad).

- *Environmental Management Systems* (Organismos de Certificación de Sistemas de Gestión Ambiental).

- *Product Certification Body* (Organismos de Certificación de Productos).

El OAA implementa los procedimientos descritos en la Norma ISO/IEC 17.011: Evaluación de la conformidad y los requisitos generales para los organismos de acreditación que realizan la evaluación de la conformidad, como así también de otros documentos establecidos por el IAF.

USO DEL LOGOTIPO Y LA MARCA PEFC

El logotipo y la marca PEFC han sido registrados y son propiedad del Consejo PEFC.

La Asociación cerfoar es titular de la licencia con derecho al uso de la marca PEFC en la República Argentina y, en nombre del Consejo PEFC, está autorizada a emitir licencias a los titulares de certificados de gestión forestal cerfoar y/o cadena de custodia PEFC en la República Argentina.

En este marco, la marca y el logotipo PEFC serán usados solamente como herramientas de comunicación incluidas en el etiquetado de los productos que provienen de bosques certificados bajo los esquemas de certificación reconocidos por cumplir los requisitos del PEFC.

Las reglas de uso del logotipo PEFC están definidas en la Norma Internacional PEFC ST 2.001: Requisitos para el Uso del Logotipo PEFC, que es parte del Sistema Argentino de Certificación Forestal. Este documento cubre los requisitos para los usuarios del logotipo PEFC relativos a garantizar el exacto, verificable, pertinente y no engañoso uso del logotipo PEFC y sus declaraciones relacionadas.

En Argentina, los requisitos establecidos por el cerfoar para la concesión de licencias de uso del logo y la marca PEFC se encuentran establecidos en el Procedimiento General cerfoar PG 07: Procedimiento para la Concesión de Licencias de Uso del Logotipo PEFC.

RECLAMOS, QUEJAS Y DISPUTAS

La Asociación cerfoar ha desarrollado y documentado el Procedimiento General PG 06 estableciendo el proceso de atención de reclamos y resolución de conflictos relativos a la aplicación del Sistema Argentino de Certificación Forestal o al procedimiento de certificación de la gestión forestal sostenible y/o de la cadena de custodia, que no puedan ser resueltos a través de los procedimientos de resolución de conflictos del Organismo de Certificación acreditado o del Organismo de Acreditación según corresponda.

REVISIONES DEL SISTEMA

Para lograr una mejora continua, las normas de certificación y los acuerdos de implementación deberán ser revisados cada cinco (5) años conforme a los nuevos conocimientos científicos y la experiencia práctica acumulada.

El proceso de normalización de IRAM sigue las reglas internacionales establecidas por el Suplemento de Procedimientos ISO, específico para ISO 2.001- item 2.9 – Mantenimiento de normas (y otros productos ISO), que establece un período máximo de cinco (5) años para la revisión de normas.

El cerfoar solicitará a IRAM comenzar el proceso de revisión de las normas cada 5 años o cuando el Consejo PEFC revise los requerimientos generales PEFC para la elaboración y la aplicación de las normas.

Todas las consideraciones para las revisiones y cambios hechos serán comunicadas al Consejo PEFC por la Asociación cerfoar y cualquier cambio en el Sistema Argentino de Certificación Forestal que sea resultado de una revisión periódica o de cualquier otra iniciativa ajena a las revisiones periódicas, deberá definir explícitamente en la documentación el período de transición y la forma y fecha de implementación de dichos cambios.

La duración del período de transición deberá tomar en cuenta el tiempo requerido para

que los cambios sean implementados, la información sea divulgada y el entrenamiento requerido sea completado. Del mismo modo será de obligado cumplimiento la inclusión en el cálculo del período de transición el del tiempo necesario para la aprobación de dichos cambios por el Consejo PEFC.

GLOSARIO

Acanchadero: sinónimo de "cancha" y "playa de acopio", lugar elegido para la concentración de rollizos junto al camino y en donde se cargan al camión.

Accidente de trabajo: se considera accidente de trabajo a todo acontecimiento súbito y violento ocurrido por el hecho o en ocasión del trabajo, o en el trayecto entre el domicilio del trabajador y el lugar de trabajo, siempre y cuando el damnificado no hubiere interrumpido o alterado dicho trayecto por causas ajenas al trabajo.

Ácidos fúlvicos: ácidos orgánicos que son el resultado del proceso de humificación de la materia orgánica del suelo. Se los describe con un núcleo aromático pequeño (poco polimerizado) y largas cadenas alifáticas.

Ácidos húmicos: ácidos orgánicos que son el resultado del proceso de humificación de la materia orgánica del suelo. Se los describe con un núcleo aromático polimerizado y cadenas alifáticas más cortas que las de los ácidos fúlvicos.

Agroquímico: sustancia química que se utiliza con el objetivo de optimizar el rendimiento de una explotación agrícola. Dichos productos suelen utilizarse para luchar contra las plagas que afectan a los cultivos y para favorecer un crecimiento más rápido de las plantas.

Anticorte: refuerzo adicional de una malla especial de kevlar en capas de 6 a 22 cm insertadas dentro de un jardinero, pantalón, pernera, guante o empeine de una bota de seguridad, con el fin de no permitir el traspaso de la cadena cortante de una motosierra por la acción de enredo del material en el piñón.

Apeo dirigido: operación de apeo en la que el operario decide y provoca, por medio de la técnica aplicada, que el árbol caiga en la dirección considerada más conveniente.

Apeo: igual a volteo y corta. Proceso de derribar un árbol en pie.

Arcilla: partículas de suelo de un diámetro menor a 0,002 mm.

Área de protección: superficie de tierra especialmente consagrada a la protección y el mantenimiento de la diversidad biológica, así como de los recursos naturales y los recursos culturales asociados y manejadas a través de medios jurídicos u otros medios eficaces.

Área sensible: áreas con una o más de las siguientes características ambientales, pero no excluyentes: pendientes empinadas, mallines, suelos con altos niveles freáticos, propensos a la erosión, que no cumplen con los requisitos mínimos de infiltración, áreas con fallas geológicas, corredores o lechos de ríos o arroyos, estuarios, áreas de carga y descarga de corrientes de agua o terrenos pantanosos.

Áreas de amortiguación: área colindante con áreas de protección, arroyos, lagos, parques, carreteras u otros espacios protegidos en la que el aprovechamiento tiene restricciones y cuya distancia respecto a los mismos, es igual o mayor a dos veces la altura potencial de los árboles dominantes al final del turno.

Áreas protegidas: son superficies del territorio reservadas para la preservación de estructuras y procesos naturales, que poseen objetivos de conservación específicos y una gestión que propende a su cumplimiento. Los principales objetivos son la conservación de la biodiversidad, y de los servicios ambientales y culturales relevantes para la sociedad.

Balance hídrico: es el equilibrio entre todos los flujos de entrada y salida de agua, ya sea en forma líquida como gaseosa, de un sistema en un determinado intervalo de tiempo.

Bases de intercambio: es la cantidad de cationes alcalinos y alcalino-térreos que están retenidos en el complejo de intercambio del suelo. Son los cationes $^{Ca++}$, Mg^{++}, K^{+} y Na^{+} y se expresa en $cmol^{(+)}.kg^{-1}$ de suelo.

Biodiversidad: diversidad y variabilidad de formas de vida en sus diferentes niveles jerárquicos (ecosistemas, comunidades, especies y genes) y dimensiones (composicional, estructural y funcional).

Bombeo: es el perfil transversal de la calzada que se manifiesta en una forma que permita el escurrido del agua a ambos lados a partir del eje del camino.

Calaminas: zanjas visibles causadas por el agua. También conocidos como serruchos.

Calzada: es la parte del camino sobre la cual circulan los vehículos y que merece especial atención en su confección.

Capacidad de intercambio catiónico: es la cantidad de sitios de intercambio que tiene un suelo, lo que le permite retener e intercambiar cationes con la solución del suelo. Se expresa en cmol(+).kg-1 de suelo.

Carpeta definitiva: es el cubrimiento, generalmente una mezcla predeterminada y compactada de grava, arcilla y arena sobre el cual circulan los vehículos.

Compactación: pérdida de porosidad y aumento de la densidad del suelo, producida por la presión ejercida por vehículos, animales y carga arrastrada, que pueden producir disminución de la productividad y aumento de la escorrentía.

Compuestos húmicos: conjunto de estructuras orgánicas de tamaño coloidal, producto del proceso de humificación de la materia orgánica, proceso que sólo ocurre en el suelo.

Comunidad biológica: grupo de poblaciones de plantas, animales y microorganismos que viven dentro de un hábitat particular y se afectan recíprocamente mediante interacciones bióticas o a través de sus influencias en el ambiente físico.

Conectividad: es un parámetro que mide la posibilidad de movimiento de materia dentro de un espacio dado, y particularmente se refiere al movimiento de poblaciones, sean estas animales o vegetales, o procesos.

Conservación (**de la biodiversidad):** es la protección, el cuidado, el manejo y el mantenimiento de los ecosistemas, los hábitats y las poblaciones de la vida silvestre, dentro o fuera de sus entornos naturales, de manera que se salvaguarden las condiciones para su permanencia a largo plazo.

Control biológico: control de plagas mediante el uso de enemigos naturales (depredadores, parasitoides u organismos causantes de enfermedades).

Corredor (biológico): es un área continua de hábitat que une ecosistemas, o parches de vegetación espacial y funcionalmente. El objetivo principal de los corredores es conectar hábitats fragmentados por causas naturales o por efecto del hombre.

Cosechadora forestal: (*Harvester*) tractor forestal con chasis articulado, con tracción en ruedas de baja flotación en versiones de 4x4, 6x4, 6x6 y 8x8, con grúa forestal en el chasis delantero y en su punta un cabezal cosechador que apea, troza, mide y desrama.

Cuenca hidrológica: es un territorio en donde los recursos hídricos que egresan del sistema lo realizan por un solo cauce, o en caso de no existir, todo el sistema drena a un punto en común (por ej. un espejo de agua).

Daño (aprovechamiento forestal): efecto desfavorable en la confección del camino y aprovechamiento que se materializa en heridas en los árboles remanentes, alteraciones edáficas, reducción del sotobosque o acumulación de residuos producidos por dichas actividades.

Daño (sanidad): perjuicio o mal causado.

Derrame: material disuelto del camino ladera abajo, producto de la construcción del mismo con perfiles en corte.

Desrame: cortar y separar ramas del tronco.

Efecto esquina: es el efecto que hace perder habilidad de tracción en algunas configuraciones de camiones con 5 o más ejes.

Eje rasante: es el eje longitudinal definitivo que se le da a la calzada de un camino en el momento de su construcción. Eje subrasante es el mismo eje pero está debajo de la carpeta definitiva.

Elementos de Protección Personal (EPP): cualquier tipo o elemento destinado a ser llevado o sujetado por el trabajador para que le proteja de riesgos que pueden amenazar su seguridad o salud en el trabajo. Es importante destacar que los EPP no eliminan los riesgos, sino que sirven para minimizar sus consecuencias en caso de accidente.

Endófito: organismos que en algún momento de su vida habita dentro de una planta sin producir prejuicios aparentes.

Enfermedad: cualquier mal funcionamiento de las células y los tejidos de una planta hospedante, que resulta de la irritación continua por un agente patogénico o por un agente ambiental y que lleva al desarrollo de síntomas.

Envés: cara inferior de una hoja.

Epifitia: brote severo y ampliamente difundido de una enfermedad.

Erosión: desgaste y modelación de la corteza terrestre causado por la acción del viento, la lluvia, los procesos fluviales, marítimos y glaciales, y por la acción de los seres vivos.

Errumpente/Irrumpente: que rompe la cutícula, la epidermis o la corteza sobresaliendo de ella.

Escala de paisaje: escala de análisis espacial que se corresponde a extensiones mayores a cientos de hectáreas y que son menores a cientos de kilómetros cuadrados, como puede ser el caso de una cuenca hídrica. Suele contemplar parches de hábitat discretos, distintos entre sí.

Escala de sitio: escala de análisis que abarca ambientes de unas pocas hectáreas de extensión.

Escorrentía: lámina de agua que se desplaza por sobre la superficie del terreno (puede ocurrir también en la matriz del suelo, denominándose escorrentía subsuperficial). Puede ser transitoria (ocurre en momentos en que el suelo se encuentra saturado de agua) o permanente (ocurre durante todo el año).

Estrato herbáceo arbustivo: vegetación que se ha desarrollado hasta alturas menores a los 2 metros. En caso de formar parte de un bosque, se lo suele denominar sotobosque.

Estructura gavionada: obra de contención realizada con estructuras de alambre rellenas de rocas (gaviones).

Evapotranspiración: Salida de agua en forma de vapor de un ecosistema que incluye el agua que se evapora del suelo, u otras superficies, y el agua que se evapora desde el interior de las plantas (transpiración).

Floculación de arcillas: proceso por el cual los coloides del suelo forman agregados estructurales.

Forwarder: tractor forestal con plataforma de carga auto cargante, con chasis articulado, traccionado en todas las ruedas de alta flotación existiendo opciones en Patagonia de 4x4 y 8x8, utilizado para acarreo de leña, varas, postes y rollizos trozados en largos finales. En el mercado existen también opciones 6x4 y 6x6.

Fragmentación (del hábitat): es la separación de un hábitat continuo en parches desconectados y asilados entre sí. Es un proceso de cambio que implica la aparición de discontinuidades en los hábitats. La fragmentación está determinada por la degradación o reducción de la calidad de un hábitat (pérdida parcial de recursos para la alimentación, reproducción y refugio de las especies); o por la pérdida total de dicha calidad. El nivel de fragmentación de un hábitat es especie-dependiente.

Hábitat: es una unidad geográfica que permite la supervivencia y reproducción de una especie, o individuos de una especie dada, y se encuentra descripta por un rango de combinación de factores bióticos y abióticos.

Harvester: ver “cosechadora forestal”.

Haz: cara superior de una hoja.

Higiene: es la disciplina que se ocupa de prevenir las enfermedades laborales a través de la identificación, medición y control de contaminantes en los ambientes de trabajo.

Himenio: estrato fértil de ascos o basidios en las fructificaciones de los hongos Ascomycota y Basidiomycota, respectivamente.

Humina: ácidos orgánicos que son el resultado del proceso de humificación de la materia orgánica del suelo. Se los describe con un núcleo aromático muy polimerizado y cadenas alifáticas cortas. Además la humina incluye redes de cadenas alifáticas (humina microbiana) y la humina heredada, con estructuras similares a las de la materia orgánica fresca.

Inconspicuo: poco visible o poco notorio.

Inóculo: patógeno, o partes de él, que causan infección; partes de los patógenos que entran en contacto con el hospedante.

Interceptación de las precipitaciones: Cantidad de agua que queda retenida en el follaje y que se evapora a la atmósfera sin llegar al suelo.

Macroagregados: son unidades estructurales de dimensiones aproximadas a los 3mm. Este nivel jerárquico puede ser disturbado por el uso.

Macronutriente: son los nutrientes que la planta consume en grandes cantidades. Algunos de ellos: nitrógeno, fósforo y potasio.

Macroporos: poros del suelo por los que circula el agua gravitacional. Son los poros que le otorgan capacidad de aire y tienen un diámetro superior a 10µm.

Manejo integrado de plagas: combinación de medidas de prevención, monitoreo y disminución del daño causado por plagas, las cuales son ecológica y económicamente eficientes y socialmente aceptables.

Marbete: etiqueta que se pega en el embase original de los distintos agroquímicos y provee información al usuario.

Material contaminado: todo suelo forestal donde se encuentran entremezclados hojarasca, ramas, humus, raíces y demás vegetales no útiles para la consolidación de una carpeta de camino forestal.

Microagregados: son unidades estructurales de dimensiones aproximadas a los 0,03mm. Este nivel jerárquico no es disturbado por el uso.

Microfilia: hojas de tamaño menor al normal.

Microporos: poros del suelo que son capaces de almacenar agua capilar. Son los poros que le otorgan capacidad de agua y tienen un diámetro inferior a 10µm.

Monitoreo: es el proceso sistemático de recolectar, analizar y utilizar información para hacer seguimiento a la dinámica de un proceso o de un programa, que permite guiar las decisiones de gestión.

Monitoreo: proceso sistemático de cuantificar los cambios en las poblaciones de las plagas establecidas.

Moteado: salpicado de pequeñas manchas.

Motoarrastrador: (*Skidder*) tractor forestal articulado con arco de madereo y molinete trasero equipado con pala frontal, cables y/o grampa forestal empleado para la extracción por arrastre de fustes enteros. Las tracciones también son en todas las ruedas pudiendo ser 4x4, 6x6.

Parasitoide: organismo que durante su desarrollo vive alimentándose de otro insecto, matándolo eventualmente.

Patógeno: organismo biológico o entidad que causa una enfermedad.

Perfil en corte: sacar parte de la ladera para usarla como base del camino, desechando ladera abajo el material contaminado y suelto.

Perfil transversal: es un corte vertical a través del cuerpo del camino y perpendicular al eje longitudinal en las rectas y radial en las curvas.

Pie del árbol: tareas que se realizan alrededor de un árbol. Pueden ser limpieza alrededor del árbol, preparación de las sendas de escape para facilitar las tareas posteriores, el desrame del árbol caído, etc.

Piroclastita: material volcánico fragmentario, producto de erupciones explosivas (Gr: *pyros*, fuego; *clastos*, roto en pedazos).

Plaga: organismos no deseados (plantas, animales, bacterias, etc.), que compite con la gente por los alimentos, forrajes, o fibras, provoca daños económicos, es un problema de salud público, reduce cualidades estéticas, o impide actividades industriales o recreativas.

Playa de acopio y procesamiento: ver "acanchadero".

Poder tampón: es la capacidad del suelo para amortiguar las variaciones de pH frente a la adición de protones o hidroxilos.

Procedimiento: un procedimiento es la acción de proceder o el método de ejecutar algunas cosas. Se trata de una serie común de pasos definidos, que permiten realizar un trabajo de forma correcta y repetir resultados.

Rendimiento hídrico de una cuenca: cantidad de agua líquida que egresa de una cuenca en un determinado período de tiempo.

Residuo forestal: material leñoso y no leñoso remanente al finalizar la cosecha. Estos enriquecen el suelo al descomponerse y proveen hábitat a una variada fauna silvestre.

Riesgo: se denomina riesgo laboral a los peligros existentes en nuestra tarea laboral o en nuestro propio entorno o lugar de trabajo, que puede provocar accidentes o cualquier tipo de siniestros que, a su vez, sean factores que puedan provocarnos heridas, daños físicos o psicológicos, traumatismos, etc. Sea cual sea el efecto, siempre es negativo para la salud.

Riqueza (de especies): número de especies de una comunidad, de un grupo taxonómico o de un área determinada.

Roca intrusiva: rocas fragmentadas de origen volcánico. Tiene la tendencia a la fragmentación, por lo cual es adecuada para utilizarla para bases de caminos y cunetas forestales.

Rozar: acto de desbrozar cortando matas, sacando troncos y ramas de un área dada.

Saprófito: organismo que obtiene sus nutrientes a partir de la materia orgánica muerta.

Seguridad: la seguridad es la disciplina que se ocupa de prevenir la ocurrencia de los accidentes de trabajo, por medio de procedimientos de trabajo seguro, identificación – eliminación o minimización y control de los riesgos presentes en los puestos de trabajo o derivados de las propias actividades como así también desde la concientización de los riesgos y sus implicancias a través de capacitaciones.

Semioquímicos: sustancias involucradas en las interacciones químicas entre organismos.

Signos: manifestación física del agente de daño (por ejemplo, restos de insectos, capullos de seda, acículas pegajosas, presencia de aserrín, etc.).

Síntomas: cambio perceptible en el cuerpo o en las funciones de una planta, que indican la presencia de un daño o enfermedad.

Skidder: ver “motoarrastrador”.

Tefra: término que se utiliza para designar todos los productos volcánicos que se expulsan por la chimenea (e.g. ceniza, lapilli, escoria, pómez bombas) y que se depositan sobre la corteza terrestre.

Umbral de daño económico: nivel de ataque de una enfermedad a partir del cual comienza a causar un daño económico.

Vías de Saca: espacios que se abren rozando el terreno creando pistas forestales sobre los cuales se movilizan máquinas que apean, arrastran o acarrean trozas desde el bosque hasta una cancha de acopio junto al camino forestal interno.

Vigilancia: proceso oficial mediante el cual se recoge y registra información sobre la presencia o ausencia de una plaga.

Zanja y camellón: combinación de ambas. Zanja es hacer un surco profundo en el suelo. El material suelto se rellena aguas abajo y se llama camellón.

Zona de Manejo del Cauce: área con tratamiento especial junto a los cauces de agua.























BUENAS PRACTICAS
PARA EL MANEJO
DE PLANTACIONES
FORESTALES
EN EL NOROESTE
DE LA PATAGONIA